

BİYOLOJİ EĞİTİMİNDE EVİRİM



EDİTÖRLER

Prof. Dr. A.Nihat BOZCUK

Prof. Dr. Murat ÖZMEN

Prof. Dr. Battal ÇIPLAK



2007 MALATYA

“BİYOLOJİ EĞİTİMİNDE EVRİM SEMPOZYUMU”

SONUÇ BİLDİRGESİ

3-4 Mayıs 2007 tarihlerinde İnönü Üniversitesinin ev sahipliğinde gerçekleştirilen “Biyoloji Eğitiminde Evrim Sempozyumu”na Türkiye’nin birçok üniversitesinden 18’i çağrılı konuşmacı olmak üzere yüzelliden fazla bilim insanı katıldı. Prof. Dr. A. Nihat BOZCUK, Prof. Dr. Aykut KENCE, Prof. Dr. Ali DEMİRİSOY, Prof. Dr. Mustafa KURU, Prof. Dr. Battal ÇIPLAK, Prof. Dr. Celal ŞENGÖR, Prof. Dr. Sema ERGEZEN, Prof. Dr. Fevzi BARDAKÇI, Prof. Dr. Hüseyin BAŞIBÜYÜK, Prof. Dr. Haluk ERTAN, Prof. Dr. Mehmet SAKINÇ, Prof. Dr. Osman DEMİRCAN, Doç. Dr. Meral KENCE, Doç. Dr. İslam GÜNDÜZ, Doç. Dr. Ayhan SOL, Doç. Dr. Tuğrul Giray, Dr. Ergi Deniz ÖZSOY, R. Nazlı SOMEL sempozyumun davetli konuşmacıları idi. Prof. Dr. Bülent CİHANGİR sempozyumda Galapagos Adalarını tanıtan bir slayt gösterisi yaptı. Ayrıca Biyoloji Eğitimi konusunda 16 adet poster bildirisi sunuldu. Sempozyumda sunulan bildirileri özellikle Biyoloji Bölümü öğrencileri başta olmak üzere, çeşitli disiplinlerden öğrencilerde dikkatle izlediler. Türkiye’de Biyoloji Eğitiminde Evrim Eğitiminin nasıl olması ve verilmesi gerektiğine ilişkin olarak şimdiye kadar yapılmış en geniş kapsamlı bu organizasyonun konuşmaları tam metin haline getirilerek, bu sempozyum kitabında basılmıştır. Sempozyuma katılan bilim insanlarının ortak görüşü, Evrim Eğitimi konusunda yurdumuzda bir ilk olan bu tip organizasyonların bundan sonra artarak sürdürülmesi ve bilimin, biyolojik bilimlerin ve evrim teorisinin topluma doğru şekilde anlatılması ve öğretilmesinin yollarının daha iyi ortaya konulmasının sağlanması yönündedir. Sempozyumda çağrılı konuşmacılar tarafından yapılan sunumlar sempozyum web sayfasında ilgilenenlerin bilgisine ve yararlanmasına sunulmuştur. Bu sunumlara “<http://biyoloji.inonu.edu.tr/kongre-sempozyum/evrimsempozyumu/>” adresinden erişilebilir. Bu sunumların özellikle evrim dersi veren ya da biyoloji derslerinde evrim konusunu anlatan öğretmenlerimiz için çok önemli ve yararlı birer temel kaynak olduğuna işaret etmeliyiz.

Sempozyumda evrim konusunda bildiriler dört farklı yaklaşımla sunulmuştur.

Bunlar:

1. Evrimi bilmek neden önemlidir ve Türkiye'deki evrim anlayışı,
2. Bilimin doğası ve evrimi anlamada bunun neden gerekli olduğu,
3. Evrimi açıklayan uygulamalar ve araştırma sonuçları,
4. İlköğretim, orta öğretim ve lisans öğretiminde evrim nasıl öğretilmelidir.

Sempozyum sonunda yayınlanan sonuç bildirgesinde aşağıdaki hususlara dikkat çekilmiştir:

- Günümüzde ilk ve orta öğretim okullarında okutulan biyoloji eğitimi programı din ve bilimi karşı karşıya getirmektedir. Din ve bilim, insan düşüncesinin iki ayrı boyutunu oluşturur. Bunların aynı derste karşıt kuramlar olarak işlenmesi hem bilime hem de dine zarar vermektedir. Bu nedenle bundan dikkatle sakınmak gerekmektedir.

- "Evrim" biyolojideki tüm kavram ve bilgilerin çatısını oluşturur. Biyolojinin içerdiği farklı konular ancak evrim bilgisi ile bir bütünlük ve anlam kazanırlar. Bu nedenle biyoloji öğretim programlarında ilköğretimden başlanarak konular evrim yaklaşımı ile hazırlanmalıdır. Okullarda okutulacak Biyoloji ders programları ve içeriği, konunun uzmanı bağımsız bilim insanlarından oluşturulacak bir bilim kurulu tarafından belirlenmelidir. Programın uygulanması için üniversitelerden yararlanılmalı ve öğretmenler hizmet içi eğitimlerle evrim kuramını doğru biçimde öğretebilecek düzeyde yetiştirilmelidir.

- Özellikle ilk ve orta öğretim kurumlarında görev yapacak öğretmenlerin eğitimi önemle ele alınmalıdır. Çünkü yurdumuzda öğretmenlerin evrime yaklaşımı konusunda yapılan bağımsız araştırmalar, biyoloji ve fen bilgisi öğretmenlerinin, öğretmen adaylarının ve öğrencilerin büyük eksiklerini ortaya çıkarmıştır.

- Biyoloji derslerinde evrim konusu işlenirken örnekler verilmeli, bilimsel uygulamalar vurgulanmalıdır. Olabildiğince Türkiye'den, yoksa dünyadan somut örneklerle, uygulamadan yola çıkarak evrimdeki kavramlar anlatılmalıdır. Bu yöntem evrimin işlendiği her düzeyde konunun daha kolay kavranması bakımından yararlı olabilir. Özellikle değişik yaş gruplarına evrimin kavratılmasını sağlayacak yöntemler geliştirilmelidir.

Sempozyum Sunuş Konuşması

Prof. Dr. Murat ÖZMEN

İnönü Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, MALATYA

Sayın Rektörüm, Çok Değerli Konuklarımız, Sayın Öğretim Üyeleri ve Sevgili Öğrencilerimiz; Üniversitemizin ev sahipliğinde, ve ülkemizde bilimin gelişimine çok değerli katkılar yapmış hocalarımızın desteğinde düzenlediğimiz Biyoloji Eğitiminde Evrim Sempozyumuna hoş geldiniz. Hepinizi bölümüm adına saygı ile selamlıyorum.

Zaman içerisinde değişim olgusu olarak evrim, temel bilimlerin ve özellikle canlı bilimlerinin de, omurgasını oluşturan veriler bütünüdür. Bu nedenle evrim öğrenilmeden, hem biyolojide hem de temel bilimlerde bilimsel düşünme becerisi edinmede ve bilimsel veri üretmede önemli eksiklerin olması kaçınılmazdır. Bu durum aslında biyoloji eğitiminin yanı sıra, doğa bilimlerinin tümünde evrim felsefesinin bilimsel gerçekler ışığında öğretilmesini de gerekli kılmaktadır. Eğitim kapsam ve sistemlerini buna göre düzenleyemeyen toplumlarda bilimin gelişemeyeceği, böyle toplumların çağdaş dünya ile bütünleşemeyeceği ve zamanla birçok bedel ödemek durumunda kalacağı açıktır. 2006 yılında Science dergisinde yayınlanan, Miller ve arkadaşları tarafından yapılmış bir araştırmanın sonuçlarına göre, 35 ülke arasında evrim teorisini benimseyenlerin oranı, yurdumuzda %25 seviyesindedir. Bizden önceki yani 34. sırada yer alan Amerika Birleşik Devletleri halkının ise ancak %40'ı evrimi benimsemektedir. Araştırmacıların çalışmada elde edilen sonuçlara göre yaptıkları saptamada, “Amerika Birleşik Devletlerinde bilimin politize edilmiş olması ve yaygın kökten dinci görüşler nedeniyle evrimin kabul edilme oranının Avrupa ülkeleri ve Japonya’daki kabul edilme oranından büyük ölçüde düşük olduğu” vurgulanmaktadır. Bu doğru bir saptamadır ve yurdumuzda da bilimin hangi ölçüde politize edildiğinin, kökten dinci güçlerin bilim üzerinde nasıl bir etkisinin olduğunu açıkça ifade etmektedir.

Değerli Katılımcılar, aslında bugüne hepimizin bildiği gibi hemen gelmedik. Planlı ve programlı bir sürecin sonucu olarak bilim hep feda edildi ve bilimsel bilgi birikiminden yoksun, politik çıkarlara uygun bir toplum yetiştirilmesi amaçlandı. Resmi olarak ilk kez 1985 yılında, dönemin Milli Eğitim Bakanı tarafından Halk Eğitimi Serisi adı altında evrim karşıtı yayın faaliyetleri başlatılmış, aynı yıllarda ders kitaplarında bilimin yerine bilim dışı görüşlerin gencecik beyinlere dayatılmasına kadar yönelerek yaratılış görüşü müfredata alınmıştır. Eğitim sistemimiz içerisinde Temel Bilimlerin önemi giderek azaltılmış, müfredatın gericileştirilmesi ile son zamanlarda derslerinde Darwin'den bahseden öğretmenler hakkında soruşturmalar açılmaya başlanmıştır. Milli Eğitim Bakanlığına göre, *“müfredat pazardaki vatandaşa hazırlanmamış olup, evrim kuramının ya da yaratılışın bir teori olduğu tercihinin öğrenciler tarafından yapılması gerektiği”* bile iddia edilir olmuştur. Tüm bu bilim dışı dayatmacı eğitimin bir sonucu olarak genç beyinler Fizik, Kimya, Biyoloji derslerini okullarda boş yere okutulan dersler olarak görmeye başlamışlardır.

1985 yılında Milli Eğitim Bakanlığı tarafından basılan bir çeviri makalede söylenenler şunlardır: *“Bütün ilmi deliller göz önüne alındığında, yaratılış modeli orijinleri izahta evrim modelinden daha üstün bir yol olarak gözükmektedir. Öğrencilerin mekanistik ve insancıl dini felsefe yönünde doktrine edilmelerinin durdurulması ve daha iyi bir ilim, ilerlemiş bir eğitim ve akademik hürriyet için yapılacak şey kamu okullarının sınıflarında ve ders kitaplarında orijinleri izah için, hem yaratılış hem de evrim modellerini lehte ve alehte bütün delilleriyle takdim etmektir. Ancak bu şekilde hakiki bir eğitim gerçekleştirilebilir. Evrim teorisi ilmi bir teori olma kriterine sahip değildir. Evrim insanlar tarafından hiçbir zaman gözlenememiştir. Deney yöntemleri ile incelenemez. Mesela hiç kimse bir balığın kurbağaya, bir maymunun insana değiştiğine şahit olmamışlardır”*.

Bu sempozyumun amacı Biyolojik Evrim Teorisini savunmak değildir. Biz bilim insanları günümüzde modern biyolojik bilimlerin sağladığı bilgiler ile, evrimin bir gerçek olduğunu zaten çok daha iyi biliyor ve evrimi bazen gözleyebiliyoruz bile. Ancak sorun ülkemizde halen ilk ve orta öğretim kurumlarında öğrencilerin zihinlerinden bilimsel gerçeklerin saklanması, onların körpe zihinlerinin

karmaşıklştırılması sorunudur. Genç beyinler bilimsel bilgiler ile donatılmak yerine, bilim dışı bilgiler ile karıştırılmaya, ortaçağ karanlığına taşınmaya çalışılmaktadır. Buna karşın, ne yazık ki ülkemizde bazı üniversitelerin Biyoloji eğitimi veren bölümlerinde bile, evrim dersleri ya seçmeli ders olarak verilmekte ya da hiç okutulmamakta, birçoğunda Evrim Bilimi doğru şekilde öğretilmemektedir. Bu nedenle bu toplantıda bilimsel gerçekler ışığında, **"Biyoloji Eğitimi içinde Nasıl Bir Evrim Eğitimi"** verilmesi gerektiği ve toplumun güncel bilimsel bilgilerle donatılmasının gerekliliğinin bir kez daha vurgulanabilmesi amaçlanmaktadır.

Bu vesile ile davetimizi kabul ederek bu önemli toplantıda toplumun aydınlanması yönünde çok önemli bilgiler verecek olan saygıdeğer konuklarımız; Sayın Prof. Dr. Celal ŞENGÖR, Sayın Prof. Dr. Osman DEMİRCAN, Sayın Prof. Dr. Aykut KENCE, Sayın Prof. Dr. Mustafa KURU, Sayın Prof. Dr. Ali DEMİRİSOY, Sayın Prof. Dr. Mehmet SAKINÇ, Sayın Prof. Dr. Haluk ERTAN, Sayın Prof. Dr. Sema ERGEZEN, Sayın Prof. Dr. Ali Nihat BOZCUK, Sayın Prof. Dr. Battal ÇIPLAK, Sayın Prof. Dr. Fevzi BARDAKÇI, Sayın Prof. Dr. H. Hüseyin BAŞIBÜYÜK, Sayın Doç. Dr. Meral KENCE, Sayın Doç. Dr. İslam GÜNDÜZ, Sayın Doç. Dr. Ayhan SOL, Sayın Doç. Dr. Tuğrul Giray, Sayın Dr. Ergi Deniz ÖZİSOY ve çok yoğun mesaisine rağmen bizleri kırmayarak Almanya'dan gelip bu etkinliğe katılan Sayın Nazlı İSİMEL'e teşekkür ederim. Sempozyuma poster bildirili veya dinleyici olarak katılarak bizleri onurlandıran ve bu sempozyumun daha da değerlendirilmesini sağlayan tüm konuklarımıza da teşekkür ederim.

Bu sempozyumun düzenlenmesinde her türlü maddi ve manevi destekleri ile bizim yanıımızda olan Üniversitemizin çok değerli rektörü Sayın Prof. Dr. Fatih İlmioğlu'na teşekkür ve şükranlarımı sunarım.

NEDEN BİLİM? NEDEN EVRİM?

Prof. Dr. Ali Nihat Bozcuk

Hacettepe Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, ANKARA

Önce, Türk bilim dünyasında ve eğitim sisteminde önemli yeri olan evrim gibi bir güncel konuyu tartışmak olanağı sağladığı için ve Sempozyum'a yaptığı her türlü destek için Sayın Rektör Prof. Dr. Fatih Hilmioğlu'na Düzenleme Kurulu adına teşekkür ediyorum. Tüm katılımcılara toplantının yarar sağlamasını dilerken, hoş geldiniz diyorum.

Neden Bilim?

Baş döndürücü bir hızla gelişen bilim ve teknoloji çağında yaşamaktayız. İnsan hayatı bilimle şekillenmekte, refahı bilimle sağlanmaktadır. Yaratıcı bir faaliyet olan araştırma yoluyla yepyeni buluşlara varmak ve bunları teknolojiye dönüştürerek toplumun hizmetine sunmak dünyanın en büyük amacı haline gelmiştir. Bu amaca yönelmiş, önemini kavramış ülkeler mali ve insan gücü kaynaklarının cömert bir şekilde bilim yolunda seferber etmekte, elde ettikleri sonuçları kullanarak tüm insanoğlunun kaderine hakim olmaktadır (Türk Bilim Politikası, 1983-2003). Dünyadaki bilgi öylesine hızla artmaktadır ki, yaklaşık 20 yıl önce her 7 yılda bir ikiye katlanırken şimdilerde kimi alanlarda neredeyse her 5 yılda bir 2 katına çıkmaktadır.

Bir yandan evrenin gerçek başlangıcının keşfine yönelinirken, diğer yandan lazerler, optik fiber ve diğer iletişim-bilişim teknolojileri, bilgisayar teknolojisi yaşamın her alanına yayılmış, robotik, nanoteknoloji, biyoteknoloji, moleküler biyoloji, genetik mühendisliği, gen tedavisi, evrim biyolojisi ve genomik, v.b. kavramlar insanoğlunun yaşama bakış açısını değiştirmiş ve sonsuz ufuklar açmıştır.

Bunların gerçekleştiren insandır, eğitilmiş beyinlerdir. Ancak insanların ürettikleri bilgi ve teknoloji yaklaşık 20 kadar ülkenin tekelindedir. Kalkınma bir süreçtir. Bu sürecin hızlandırılmasında en etkin araçlar ise bilim, araştırma ve geliştirme etkinlikleridir. Bunların kaliteli bir eğitim süreci içinde hız kazandığı ise bir diğer gerçektir. Çağdaş dünyada "Bilim-teknoloji" ilişkisi giderek belirginleşmektedir, toplumu etkilemekte ve sonuçta değerler sistemini altüst etmektedir.

Araştırma ve Geliştirme (ARGE) harcamalarının GSMH'ya oranı kabaca, gelişmekte olan ülkelerde %1 değerinin altında, orta düzeydeki ülkeler %1-2 arasında, gelişmiş ülkelerde %2 ve üstü düzeydedir.

Türkiye'nin 1983 yılında Devlet Bakanlığı ve TÜBİTAK tarafından yapılan ilk bilimsel envanterine göre ARGE harcamalarının GSMH'ya oranı %0.24 olarak hesaplanmıştı. O zaman ülkemiz dünya sıralamasında 41. durumda idi. Oysa 1983'teki %0,24 değerinin Devletimizce önerilen Bilim Politika'sına göre bu yüzyılın başında %2'ye yükseltilmesi ve ilk 20 arasına girme amaçları ortaya konmuştu. Bugün 19. – 20. sıradayız ancak, ARGE'ye ayrılan gerçek pay %0.6 civarındadır. Eğer ARGE payı %2'lere çıkarılmış olsaydı, ilk 15'lere girmemiz belki bir hayal değil gerçek olurdu. Üstelik bu dönemde ayrılan GSMH payının büyük bir kısmı ARGE'ye değil, yüksek öğrenimleşme politikası nedeniyle eğitime harcanmaktadır.

Neden Bilim? diye sorulunca, bunun kısa yanıtı olarak *“çünkü bilim kalkınmanın anahtarıdır”* diyebiliriz. Bilim, araştırma ve eğitiminin kalkınmaya katkısı böylece özetlendikten sonra şimdiki sorumuz şudur:

Bilim Nedir?

Webster Dictionary'ye göre iki tanım:

* Sistematiik olarak düzenlenmiş ve genel yasaların işleyişini gösteren gerçekler kümesi ile ilgilenen araştırma veya bilginin dalı.

* Fiziksel ya da maddesel dünyanın gözlem ve deney yaparak elde edilen sistematiik bilgisi.

Türkiye'de Bilim Gündemi

Dünyada ve ülkemizde bilim, emperyalizmden ve Ortaçağ düşüncesinden kaynaklanan iki yönlü bir saldırı altındadır. Bu saldırıların temel amacı, bilimin, toplum hayatının merkezinden uzaklaştırılarak etkisizleştirilmesi; genel düzlemde güvenilirliği sorgulanan, sadece dar uzmanlık alanlarında geçerli ve bütünüyle teknik nitelikte bir etkinliğe indirgenmesidir. Bilim gündemi, günümüzde bu amaçlar doğrultusunda yalnızca doğrudan getirisi olan sorunlara kısıtlanmış, bilimsel çalışma süreçleri ticarileştirilmiştir. Bilimin uğratıldığı bu dönüşümün gerçekleştirilmesinde kullanılan temel araç da, bilginin, kamu değeri olmaktan çıkarılıp, alışverişin konusu olan özel bir değişim değeri haline getirilmesi olmuştur.

Büyük Atatürk'ün “Dünyada her şey için, uygarlık için, yaşam için, başarı için en gerçek yol gösterici bilimdir, fendir. Bilim ve teknoloji dışında yol gösterici aramak aymazlıktır, bilgisizliktir ve hıyanettir... Yalnız: ... Binlerce yıl önceki bilim ve teknik dilinin çizdiği ilkeleri, şu kadar bin yıl sonra bugün, olduğu gibi uygulamaya kalkışmak elbette bilim ve tekniğin içinde bulunmak değildir” ilkesi gereğince bilimi hayatın merkezine çekmek ve onu geleceğimizin kurulmasında temel araç konumuna getirmek durumundayız. Şimdi bizde bilim özetle *“siyaset-tarikat-ticaret”* ilişkisinin uçurumundadır.

Evrin Bilimi

Tüm canlıların ortak atadan modifikasyonla gelmiş olduğu, evrimin tarihsel gerçeği olarak, 150 yıla yakın bir süredir bilimcilerce sorgulanıyor. Ancak, yaşamın evrimi hakkında her şeyi tam bilmesek de, mekanizması ve tarihi hakkında detayda ayrılıklar olsa da, bu bilim dalı, maddenin atomik yapısı ya da dünyanın güneş çevresinde dönmesi kadar bilimsel bir gerçektir. Bununla birlikte evrime hiç inananlar da vardır. Amerikalılar (ABD'liler)'ın % 40'dan fazlası insan türünün Tanrı tarafından doğrudan yaratıldığına inanır; (Türkiye bu konuda 1. sırada, ABD 2. sıradadır). Ama diğer primatlarla ortak bir atadan evrimleştiğine (ya da çok daha uzak olan diğer türlerle birlikte ortak bir atadan köken aldığına) inanmazlar. Bu görüşleri savunanlara 'yaratılışçı'lar deniyor. Öte yandan, pek çok Avrupalı - resmi ve kurumsal bir dini olan İtalya bile- evrim gerçeğini sorgulamaz. Avrupalılar, evrime karşı böylesine bir bilim-karşıtı tutumun, dünyada teknik ve bilimsel açıdan çok ileri olan ABD gibi bir ülkede ortaya çıkmasına şaşırırlar.

Bunların dışında, pek çok koyu dinsel inançlı insan evrime, Tanrının yaratma eyleminin devam edebilmesi için gerekli olan doğal bir mekanizma olarak bakarlar. Papa John Paul II, 1996'da evrim gerçeğliğini doğrulamış ve Katolik Kilisesi'nin teolojik doktrini ile evrim arasında bir çatışma olmadığını vurgulamıştır (The Quart. R. of Biology 72: 381-406). Papanın görüşü teistik evrim'e yakındır: Buna göre Tanrı doğal yasaları (Doğal seçim gibi) koydu ve evrenin kendi başına, daha başka doğaüstü müdahale olmadan ilerlemesine/yürümesine izin verdi.

Neden Evrim?

Evrin: Canlı ve cansız sistemlerin zaman içinde değişim sürecidir. Bizim bu sempozyumdaki konumuz "*biyoloji eğitiminde evrim*" (canlıların evrimi ve bunun eğitimi) olacaktır.

Gen etkinliğini düzenleyen mekanizmaları keşfettiği için Biyoloji ve Tıpta Nobel Ödülünü kazanmış olan büyük genetikçi François Jacob, 1973'te bu konuda şunları söylemiştir: "*Biyolojide birçok genelleme vardır, fakat çok değerli olan birkaç tanedir. Bunlar arasında, evrim kuramı en önemli olanıdır; çünkü, çok değişik kaynaklardan toplanan ve ayrı ayrı nitelikteki gözlemler yığını bir araya getirir; canlılarla ilgili tüm disiplinleri birleştirir; çok çeşitli organizmalar arasında bir düzen kurar ve bunları yerkürenin geri kalan kısmına sıkıca bağlar; kısaca, canlılar dünyasında çok türliliğünün mantıksal bir açıklamasını sağlar*".

Jacob'un kendisi evrimde araştırma yapmadı, fakat pek çok düşünen biyolog gibi, evrimin biyolojik bilimlerdeki eksensel öneminin farkına vardı. Bugün moleküler biyologlar, gelişimsel biyologlar, ve genom biyologlarından başka ekologlar, davranışçılar, antropologlar ve birçok psikolog Jacob'un görüşünü paylaşır.

Evrım, genomun yapı ve büyüklüğünden, insan davranışının birçok özelliğine kadar değişen olguları anlayanın vazgeçilmez çerçevesini vermektedir. Daha da ötesi, evrimsel biyoloji pratikteki yararlılığı nedeniyle giderek daha çok tanınmaktadır: Evrimsel biyolojinin kavram, yöntem ve verileri halk sağlığı gibi konulardan, tarım ve bilgisayar bilimine kadar, hem temel ve hem de uygulamalı araştırmalara vazgeçilmez yardımlar sağlar. Eğitim görmüş herhangi bir kimsenin, evrim hakkında bir fikri bulunmalıdır ve okullarımızda neden evrim okutulması gerektiğini anlamalıdır. Yaşam bilimlerinin bir dalında kariyer yapmayı düşünen herhangi bir kişi için -doktor ya da biyolojik bilimler araştırmacısı olsun farketmez- evrim anlayışı vazgeçilmezdir. DNA yapısının ortak buluşçusu ve Nobel ödüllü bilim adamı James Watson: *“bugün evrim teorisi, köktendinci azınlık dışında, herkesin kabul ettiği bir gerçektir.”* diye kaydetmiştir.

Evrimsel biyolojinin özü, evrim olayının geçmişini tanımlamak ve bunun nedenlerini ve mekanizmalarını analiz etmektir. Evrimsel biyoloji alanında, bütün canlıların tüm özellikleri evrimsel değişimin tarihi ve ürünleridir. J. Maynard Smith (2002) *“Bizim kendi türümüzde, kültürel kalıtım (sosyal – kültürel evrim) tarihsel değişimin temelidir”* diyor.

Evrimsel biyoloji ile diğer biyolojik disiplinler şu konuda gerçeği paylaşırlar: çoğu kez görünmeyen olay ya da nesneler hakkında yorumlar yaparız. Geçmişteki evrimsel değişimleri işlerken göremeyiz; aslında ne DNA kopyasını, ne de büyüme ve üremeyi düzenlediğini bildiğimiz hormonuda görebiliriz. Daha ziyade, nesneler hakkında şöyle yorumlar yaparız:

- a) Bunların ne olduğu ve nasıl çalıştığı hakkında hipotezler ileri sürerek,
- b) Bu hipotezlerden elde edilen verilere dayanarak çıkarımlar, kestirimler üreterek, ve son olarak,
- c) Eğer hipotez doğru ise, görmeyi beklediğimizle gözlediklerimizi karşılaştırarak hipotezin geçerliliği hakkında yargıya varılır. Buna, *“varsayımsal-tümünden gelim”* (hipothetico-deduktive) yöntemi denir ve Darwin, tüm bilimlerde yaygın ve etkili olarak kullanılan bu yöntemin başarılı ilk yandaşlarından.

Bilimde çok çeşitli olay ve gözlemleri açıklayan birbiri ile ilgili bir grup hipotez, böyle sınamalarla kuvvetle desteklenirse, o zaman *kuram* adını alır. Jacob ve Watson'un kullandığı anlamda kuram yalnızca bir tahmin değildir. “Kuram”, kuantum kuramı, atom kuramı ya da hücre kuramı gibi iyi desteklenen ve geniş bir açıklama çerçevesi sağlayan ilkeler için saptanmış onurlandırıcı bir terimdir. Evrimsel biyolojideki ağırlık, öyleyse, ilk olarak, kuramın öğrenilmesi (bunlar hep birlikte canlılar hakkındaki çok çeşitli gözlemleri açıklayan evrimsel değişimin ilkeleridir.) ; ikinci olarak verilerle evrimsel hipotezleri sınama yollarını öğrenmek olmalıdır (Futuyma, 2005’den). Doğal seçilimin olanaksız yaratmak konusundaki gücünü bazı *invitro* deneyler göstermektedir (Maynard

Smith, 2002).

Bilim ve İnanç

İleri Dünya ülkelerinde biyologlar ve diğer bilimciler, yaratılışçılığı çağrıştıran herhangi bir bilimsel eğitim müfredatının okullarda uygulanmasına karşıdır. Ayrıca bunun serbest konuşma hakkına karşı olduğu, ya da dinsel inançları söndürme amaçlı olduğu da söylenemez. Fen dersleri ile dinsel bilgi ve eğitiminin birlikte verilmesi, genelde eğitim ve özellikle de çağdaş fen eğitimi anlayışı ile bağdaştırılamaz. Laik, demokrat ve sosyal bir devlet olan Türkiye Cumhuriyeti'nde **eğitimin çağdaş olacağı** Anayasanın 42. maddesinde yazılıdır. Bu Anayasa maddesi *“eğitim ve öğretim, Atatürk ilkeleri ve İnkılapları doğrultusunda, çağdaş bilim ve eğitim esaslarına göre, devletin gözetim ve denetimi altında yapılır. Bu esaslara aykırı eğitim ve öğretim yerleri açılmaz”* demektedir.

Doğal bilim, gerçeklerin koleksiyonu değildir; doğal olayları anlamayı sağlama sürecidir. Hipotezler ileri sürme, bunları gözlemsel ve deneysel kanıtlarla test etmeyi içerir. Matematikte olduğu gibi hipotezler ispatlanmaz, geçici olarak kabul edilir, izleyen kanıtlara göre değişir, kapsam alanı genişler ya da reddedilir ya da daha iyi bir hipotez tasarlanabilir. Benzer konulardaki destek görmüş hipotezler bir arada bir “kuram” a da dönüşebilir (Evrin kuramı gibi).

Burada iki hipotez (varsayım) örneği ele alalım:

1) Daha önce yerküredeki kıtaların sabit olduğu varsayılırdı; fakat daha sonra ‘levha tektoniği’ kuramı (gerçeği) 1950’lerden sonra Jeoloji’de devrim yarattı.

2) Mendel genetiğindeki ‘serbest ayrılım’ ve ‘bağımsız açılım’ yasaları -ki bunlar çağdaş genetiği başlatmıştır- daha sonra linkaj (genlerin bağlantısı) ve ‘mayotik sürüklenme’ olayları keşfedilince biraz değişti ve genişledi. Fakat kalıtımın genlere (partiküllere) dayalı olduğu temel ilkesi, bugün bir gerçeklik olarak devam etmektedir.

Bilimciler teker teker bir hipotezi işleseler de, bilim insanları topluca, herhangi bir bilimsel inanca, güvenilir tersine kanıtlar ortaya çıkınca, geri dönülmez tarzda bağlı kalmaz. Kanıtlar nasıl gerektiriyorsa öyle olmaları, yapmaları ve fikirlerini değiştirmeleri gerekir.

Böylece bilim sosyal bir süreçtir, geçici-sorgulayıcıdır. İnançları ve otoriteyi (yetke) sorgular. Görüşlerini sürekli olarak kanıtlarla birlikte sınar. Biyoloji’de birçok bilimsel iddialar (savlar), gerçekte doğal seçilim sürecinin bir getirisi; bilimcilerin fikirleri, birbiri ile yarışarak böylece keşif dünyası ve gücü içinde büyüyerek ilerler. Bilim bu yönüyle, iddialarını kanıtlamak için test/deney/sınama yöntemini kullanmayan “yaratılışçılık”tan ayırdır. Ayrıca, “yaratılışçılık” doğal dünyayı açıklamak için zamanla kapasitesini geliştiremez.

Eğitim

* Eğitim, kişileri yeni icat ve buluşları daha kolay kabul edebilir hale getirir.

* Teknik, ekonomik ve siyasal kararları verme durumunda olan sorumlulara gerekli bilgi ve beceriyi kazandırır.

* Eğitim, kişilerin çağdaş topluma uyum gücünü arttıran ve dolayısıyla düşünce ve davranış değişimine yol açan bir eylem sürecidir.

* İnsanı değiştirmedikçe kalkınma dediğimiz gelişme görülemez.

Gelin görün ki, Sultan Abdülhamit II'nin son Maarif Nazırı (Eğitim Bakanı) Haşim Paşa (1852-1920) – [1903-1908 yıllarında bakanlık yapmıştır]; **“Darülfünun (üniversite) öğrencilerin ahlakını bozuyor”** diyerek kapatılmasını önermiştir. Aynı Nazır: **“Mektepler olmasa Maarifi ne güzel idare ederdim”** diyen kişidir.

Rastlantıya bakın ki, 2005 yılında ülkemizde Milli Eğitim Bakanlığı yetkilileri: **Evrım dersi ile öğrencilerin beyinlerinde tahribat yapılıyor**” diyebiliyor (gazetelerden). Oysa, çağdaş evrim bilimi düşünmeyi öğretiyor; ırk kavramını, öjeniye reddediyor. İnsan ve toplumların geleceğine kuramsal ve uygulamalı katkılar sağlıyor.

Ayrıca, kuşku duymayı ve düşünme disiplini öğretiyor. Şimdilerde basın haberlerine göre, ilköğretim 4. ve 5. sınıflara “düşünce eğitimi” dersi konacakmış. Bu dersi hangi öğretmenler verecek, felsefe öğretmeni mi? Hayır.

Biyoloji Kitaplarında Yaratılış ve Evrim

Yurdumuzda yaratılış görüşünün biyoloji müfredatına ve ders kitaplarına girişi 1985 yılına rastlamaktadır.

* 1962, 1968 ve 1982 yılında basılan biyoloji kitapları evrim konusunu genelde bilimsel ölçütler içinde vermiştir.

* Ancak 1985'ten 1998 yılına kadarki dönemde ise yaratılış görüşü evrim kuramına bir alternatif olarak sunulmaktadır.

* 1995 yılındaki hariç tutulursa (yaratılış görüşü yer almaz) 1985, 1992 ve 1998'de basılanlar, evrim kuramının eleştirisine ayrı bir başlık altında yer verirken, yaratılış görüşü eleştirilmemiştir.

* 2000 ve 2003 yıllarının kitaplarında yaratılış görüşü eleştirilerek sunulmuştur.

* 2004 yılında basılan (2005 ve 2006 yılları da buna benzemektedir) ve öğrencilere bedava dağıtılan Fen Bilgisi 8. sınıf kitabında evrim teorisi ile ilgili bilgiler dengesiz olarak verilirken, bu teorinin adı kullanılmamış, yalnızca üç kez “evrim” sözcüğü kullanılmıştır. Lise 3. sınıf biyoloji kitabında ise, önce “Yaratılış Görüşü” anlatılmıştır: *“Tüm canlı ve cansız varlıklar Tanrı tarafından*

yaratılmıştır. Evrendeki her bir varlık bir amaca yönelik olarak yaratılmıştır. Bu amacı belirleyen de Tanrı'nın kendisidir” denerek daha sonra yer alan “canlıların evrimi” ile ilgili görüşler zayıf düşürülmüştür.

Bu tip kitaplarla yapılan eğitim, toplumu ileriye değil geriye götürür.

Eğitimde Yaratılış ve Evrime Eşit Zaman mı?

Biyolojik çeşitlilik ve canlıların karakteristik özellikleri için ileri sürülen yaratılışçı açıklamalar bilimsel yöntemle uyuşmadığına göre, yaratılışçı görüş ile evrimsel teoriye eğitimde eşit zaman verilmeli mi? Nasıl ki, bugün kimya derslerinde öğretmenler simyayı öğretmiyorlarsa, yerbilimi derslerinde yer kürenin düz (tepsi biçimli) olduğuna dair eski kaydı ve ayrıca depremin eskiden varsayılan nedenini hiç zikretmiyorsa, biyoloji disiplini içinde de evrim dersini anlatırken dinsel görüşlere eşit ağırlık verilmemelidir. Bu konular “din kültürü ve ahlak bilgisi” dersinde anlatılmalıdır.

Bilim ve din aynı alanlarda hüküm sürmezler. ‘bilim öğrenir, din öğretir. Bilimin itici gücü kuşkudur; dinin çimentosu ve tutkalı inançtır’. İkisinin yetki alanlarını karıştırmamak gerekir. Bilim dünyayı anlamaya çalışır; dinler ve felsefeler insan yaşamına bir anlam verme görevini üstlenmişlerdir.

“Uygarlık yolunda yürümek ve başarılı olmak, yaşamın koşuludur. Bu yol üzerinde duraklayanlar ya da bu yol üzerinde ileri değil geriye bakmak gaflet ve cehaletinde bulunanlar, genel uygarlığın coşkun seli altında boğulmaya mahkumdurlar. Uygarlık yolunda başarı yenileşmeye bağlıdır” (Atatürk, 30.08.1924, Başkomutan Savaşı 2. yıldönümündeki söyleviden).

Değerli katılımcılar,

Bu sempozyumda evrim biliminin evrensel gerçekliği, yeni veriler ışığında güncel konumu ve ileriye dönük beklentileri ile pratik yararları dile getirilecektir.

Ayrıca, Eğitim sistemimiz içinde yer alan doğal bilimler alanındaki “Fen bilgisi” ve “Biyoloji” derslerinin kapsamı içinde “evrim” olgusunun yeri ve önemi, niye ve nasıl öğretilmesi gerektiği üzerinde durulacaktır. Umuyorum ki, bilimsel evrim eğitiminin gereği hakkındaki bilgi ve düşüncelerimiz bu toplantıyla daha çok aydınlanacaktır.

TÜRKİYE’NİN EVRİMİ ALGILAMASI

Prof. Dr. Ali DEMİRSOY

Hacettepe Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, ANKARA

Zorluk nerede?

• Halkımızın evrim algılayışının ne olduğunu anlatmam talep edildi. İlk etapta böyle bir talep, çok masumene bir yaklaşımla, sadece 42 yıllık bir hocanın gözleminin ve tespitinin ne olduğunu anlamaya yönelik gibi görünmekteydi. Ancak, gerçekten 42 yıllık uğraşı ve deneyim, bunun zannedildiği kadar kolay olmadığını bana çoktan göstermişti. Bu, bir görme özürünün ünlü ressam Rambrant’ın eserlerini, bir işitme engellinin Ludvig van Betoven’in 9. senfonisini nasıl yorumladığını anlatmak kadar zordu.

Ufku olmayan neyi anlar ? Hiçbir şeyi!!!

• Zamandan, mekândan, nesnelerin kendi arasındaki ilişkiden, her şeyin bir neden sonuç ilişkisinden kaynaklandığını bilmeyen bir kişiden ya da bir toplumdan ne bekliyorsunuz?

• **Bilgi ve merak eksikliği olan bir topluma, neyi öğretebilirsiniz?**

Doğayı gözleyerek, karışık biyolojik mekanizmaları çözme yetisini mi?

Uzun süreçlere dayanmış olan yapısal, coğrafik, jeolojik değişiklikleri mi?

Yoksa yine uzun bir süreç olan tarihi gerçekleri mi?

Hiç birini.

Tüm bunları öğrenme, emek ister, alın teri ister, birbiri üzerine konmuş bilgi birikimi ister ve en önemlisi altını çizerek söylemek isterim geleneksel ve kurulu düzene eleştirisel gözle bakmak ister. Son cümlede vurguladığımız kurulu düzene karşı koyma ve eleştirel düşünme tarzı ve davranış biçimi, ülkemizde ve dünyanın birçok ülkesinde yaygın bir yaşam tarzı değildir. Bir toplumda, emek ve eziyet gerektiren karmaşık bilimsel düşünce tarzının karşısına, her şeyi kestirmeden, kısa yoldan; ancak hiçbir zaman açıklıkla anlaşılması mümkün olmayan, her zaman üstü kapalı tarzda her yöne çekilebilen, uğraşılırsa bütün gizemleri açıklayabileceğine inanılan dogmatik düşünce tarzı dayatılmış ise ve bu yaklaşım, politikacılar, toplumu sömürenler, bir ülkeyi geri bıraktırmak isteyen dış güçlerin ülke içindeki maşaları ve okumadan alim, gezmeden gezgin, çalışmadan zengin olmak isteyenler tarafından kullanılmaya başlanmışsa, o toplum birçok belaya açık demektir.

Bir defa bir inanışın, bir yaklaşımın, bir düşünce tarzının, sosyal yaşamı şekillendiren kuralların, değişmeyeceğine ve mutlak doğru olduğuna inanmış iseniz, çıkmaz sokağa girmişsiniz demektir. Bakın size insanlık tarihini derinden etkileyen, hepimizin bildiği bir örnek vereyim.

Geçmişe kısa bir yolculuk:

“eğri temele, doğru bina yapma çabaları”

Roma İmparatorluğu döneminde, İskenderiye’de, İ.S. ikinci yüzyılda yaşayan Batlamyus (Ptolemaios), elindeki taşın yere düşmesini gözleyerek, güneşin ve ayın da aynı kurala tabii olduğunu düşünerek ve dolayısıyla dünyanın, güneş sisteminin ve evrenin merkezi olduğunu ileri sürmüş ve bu yaklaşım, kilisenin “tanrısal” resmi görüşü olarak benimsenerek, insanlara yüzyıllarca kan kusturulmuştur. Bu görüş, insanı evrenin merkezi yapmayla kalmamış, her şeyin efendisi olma ve tüm canlı ve cansız nesnelerin insan için yaratıldığı fikrine sürükleyerek, yaşayan her canlının bu düşünceden olumsuz pay almasına ve acı çekmesine de neden olmuştur. Ta ki Polonyalı Kopernik (M.S. 1400), bunun tersinin de doğru olacağı fikrini ileri sürünceye kadar. Ne var ki, Kopernik, bu düşüncesinin benimsendiğini görmeden öldü. Ondan önce de birçok düşünür, Batlamyus yaklaşımındaki gitmezlikleri saptamışlardı; ancak egemen inanışa “dinlerin katı dayatmasına” ters düşmemek için, bu gitmezliklerin üzerine yürüyeceklerine, acaba bu gitmezlikleri nasıl olur da düşünürlerin dikkatinden kaçırabiliriz ya da o günkü inançlar içerisinde inandırıcı bir yol bularak geçiştirebiliriz diye çabalamışlar (bugünkü aydınların ve üniversite hocalarımızın kulakları çınlasın) ve kiliseden de nemalanmışlardır.

Örneğin, gezegenlerin ve yıldızların izledikleri yolda ortaya çıkan; fakat Batlamyus’un yaklaşımıyla bir türlü çözülemeyen sorular, o günkü sözde bilim adamları, ancak ve ancak bugün bizim birçok televizyonumuzun programlarında dogmatik düşünceye saplanmış, çıkmazdaki ülkelerin ve bizim sorunlarımızın nedenlerini göz ardı ettirmek ya da uzaklaştırmak için iler sürülen, hepsi kendi başına bir komedi olan söyleşilere bile taş çıkaran çözümlerle geçiştirilmeye çalışmışlardır. Batlamyus’un kitabı Arapçaya da çevrilmiş, Müslüman ülkelerin tümüne dağıtılmıştır ve İslam dünyasınca en büyük alim olarak nitelendirilmiştir. Çünkü tüm semavi dinlerde olduğu gibi, insan, Batlamyus’un bu yaklaşımında, evrenin tam orta noktasına yerleştirilmiş, her şey, hatta kendi cinsinin dişileri dahi, insanoğlunun, yani burada kastedilen erkeğin emrine verilmişti. Bu düşünce, Avrupa’yı da din adamları ve şairler aracılığıyla, tamamen sarmıştı. Bırakalım daha sonraki yıllarda, bu düşüncenin ortaya çıkardığı vahşi kapitalizminin neden olduğu doğanın tahribini, geçmişte yüz binlerce kadın, doğal felaketlerin nedeni olarak gösterilerek, yakılmıştı.

Bugün biz Batlamyus'u suçlamıyoruz, suçlayamıyoruz. Çünkü evrendeki olayları inceleyebileceği elindeki tek araç, gözleriydi; yapabileceği de o kadardı. Ancak, bizim kınadığımız, bu geleneksel düşüncedeki gedikleri görmeyip, bu gedikleri yok sayanlar ya da bu gedikleri görüp, ancak onları bilimsel gerçeklere dayanıyormuş görüntüsü ile bir cambazın kıvraklıkları ile daha az bilen insanları yanıltmak için kullananlardır. Bu iki zümrenin her kesimi de şu anda ülkemizde ve üniversitelerimizde tahminlerinizin çok daha ötesinde yüksek sayılarda temsil edilmektedir. Hatta bu bilimsel düşünceye ilişkin eksiklikleri gidermek için ders verenler bile bu –eyyamcı, yanıltmacı, oportünist- kesimin içindedirler.

Doğal olarak, kast ettiğimiz kesim, geleneksel düşünceye her zaman ters düşmesi beklenen, değişimin ilkelerini incelemekle yükümlü olan evrim kavramını üniversitelerde ders olarak verenlerdir. Bizatihi bu kesimin birçoğu, Kopernik öncesi, Batlamyus'un kusurlarını ve eksikliklerini bile görmemezlikten gelen, hatta bu kusurlara kılıf uydurmak için çırpınan bilim adamı kadrosundan maaş alan insanlardır. Esas tehlike burada yatmaktadır; tuz kokmuş ise kokuşmayan hiçbir şey kalmamış demektir. Türkiye'nin en büyük üniversitelerinden birinde, '*Kuran'a göre neden evrim olamaz*' adlı bir bitirme tezi yaptırılmış ise, bu ülkede bir evrim kavramının algılanmasından söz edilemez.

Öğretmenin en önemli kısmı, nerden başlanacağını bilmedir!

- Darwin (Darwin), genetiği, mutasyonları, moleküler evrimi, popülasyon genetiğini, hatta mayozu, mitozu hiç tanımadan evrim fikrini geliştirdi. Eğer, tertip komitesi, mutasyonları, gen kaymalarını, rekombinasyonları, direnç mekanizmalarını vs. en iyi şekilde anlattığımızda, bu ülkenin ve kökten dinci uygulamaları benimsemiş ülkelerin insanların evrimi benimseyeceğini düşünüyorlarsa, büyük bir hata yapıyorlar demektir. Siz neyi açıklarsanız açıklayınız, hep karşınıza başka bir bilinmezlikle çıkacaklardır. Milyonlarca canlı türünün evrimini, hatta her birinin organlarının evrimini talep edeceklerdir. Siz sürekli bir şeyleri kanıtlamak peşinde yuvarlanıp gideceksiniz.

- Eğer, insanlar için, bu ülke için iyi bir şeyler yapmak arzusunda iseniz, “bu ülkede, eğer cesaretiniz varsa” size bir önerim olacak, evrimdeki mekanizmaları açıklamaları akademik bir amaç olarak çalışın; ancak, bunu halkın bilinçlendirilmesinde etkili bir yol olacağını hiç ummayın. Yapacağınız en önemli görev, yaptıklarınızın doğru olduğunu değil, karşınızdakilerinin binlerce yıldır yaptıklarının hata olduğunu söylemek ve yüzlerine vurmaktır. Bu hataların insanları hangi acılara sürüklediklerine ilişkin mevcut belge ve kayıtlar, evrim mekanizmasının açıklanması için elde edilenlerden çok daha fazladır.

Simpozyumlarda, mutasyonlar, gen kaymaları, rekombinasyonlar değil, evrimsel ve özellikle analistik düşünme tarzının Anadolu topraklarında neden bin yıldan beri bir adım bile atamadığının masaya yatırılması gerekir. Yaşadığımız ve tanık olduğumuz bağnazlıklar, Brezilya’da, Kongo’da, Tibet’te vd. birçok ülkede olsaydı hoş görülebilirdi; ancak Anadolu topraklarındaki böyle bir bağnazlığı hiç kimse affedemez. Gramerin, tarihin, bir anlamda felsefenin, matematiğin, geometrinin, astronominin, doğa bilimleriyle ilgili ilk gözlemlerin yapıldığı bu toprakta son 1000 yıldır tek bir şey yapılamamış. Bırakın yapılmayı, dünya tarihine bilimin köken aldığı yer olarak geçen Milet’teki insanlık tarihinin en büyük düşünürleri, felsefecileri, bilimcileri, örneğin Thales’i, Anaximander’i tanıyan ve düşüncelerini kavrayan tarihimizde kaç kişi olmuş. Bir imparatorluk düşünün ki, 400 yıl Mısır’da kalmış, Çin Seddi’nden sonra en büyük insan yapısı olarak bilinen piramitler konusunda gözleme dayalı tek bir cümle bile yazılmamış. Empati ve merak insan olmanın temel iki özelliğidir

NEREDEN NEREYE GELDİK?

Bir şeyin kökenini bilemez iseniz, geleceğe yönelik doğru yorum da yapamazsınız! Bu nedenle geçmişten zamanımıza kısa bir yolculuk yapalım.

ESKİ TÜRKLERİN DÜNYAYA BAKIŞLARI “ŞAMANİZM”

- Türk milleti olarak oluşum, evrimleşme, köken hakkında hiç bilgimiz olmadı mı? Oldu: Müslümanlıkla tanışmadan, daha Orta Asya’da iken, her insan gibi Türkler de kökenleri konusunda merak ettiler ve kendi mitlerini Anahan dini olarak bilinen Şamanizm içerisinde yarattılar. Şamanizm’de inanca göre insanlar iyi ya da kötü diye gruplara ayrılmıyordu. Bu nedenle cennet ve cehenneme denk kavramlar geliştirilmemişti (bu şekildeki kavramlar ilk defa İlhanlık dininde müslümanlıktan transfer edilmişti). Şamanlıkta her yer (**acun**) ve her şey (**mana**) kutsaldır. Bu nedenle büyük kayalar, ağaçlar, su kaynakları hatta yaban hayvanları kutsaldır. Onların hepsi akrabamız olarak bilindi. Doğayı tüm canlılarla birlikte paylaşmayı benimsediler; insanı doğanın efendisi olarak kabul etmediler. Şamanizm’de kutsal kitap ve tapınak yoktu.

- İçkinin kurallar içinde içilmesi kaydıyla serbest olduğu, erkek-kadın eşitliğinin tam sağlandığı bir düzendi. Şamanizm’in İslamiyet’le değişmeyen tarafları Anadolu Aleviliği (keza Bektaşilik) ile günümüze taşınmıştır. Bu yaklaşımda katı bir tutum gözlenmez, emredici ve yaptırımcı unsurlar bulunmaz.

Zorla dünyaya bakışı değiştirilen bir millet “Türkler

- Bu düşünce tarzı, Türk yurdunun işgali için ilk denemeleri yapıldığı, yani Muaviye'nin Horasan valisi Ubeydullah bin Ziyad'ın, Buhara'yı (M.S. 637) kuşatması ve sonunda Emevi komutanı El Kuteybe başta olmak üzere yaklaşık 100 yıl boyunca Türkleri kılıç zoruyla Müslüman yapmasıyla sonlanır. Ancak, Türklerin oluşumla ilgili kendi özgün mitleri, bu tarihte sona erer ve ancak çeşitli din ve inançların etkisi altında değişime uğrayarak, bugünkü Bektaşilik ve Alevilik kültürü içerisinde zamanımıza kadar ulaşır.

- Anadolu'da birçok başka uygarlık da yaşamıştı (Urartular, Asurlar, Hititler, Lidyalılar, Frikyalılar vd); her birinin kendine özgü yaratılış miti vardır. Ancak, Hristiyanlık zamanı olarak Türklerden çok daha önce Anadolu'ya ulaştığı ve yerleştiği için, Türklerin bu mitleri yaşam tarzı olarak tanıma fırsatı olmadı ve belki onların öyküleri, davranış biçimleri, bölük pörçük kültürümüze girdi.

Buhara'da ve Maveraiün-Nehir'de Türkler neyle ve hangi mitolojiyle karşılaştı

- Bunu da kısaca görelim: Türklerin karşılaştığı mitolojinin iki önemli kaynağı ya da ayağı vardır. Birincisi Sümer mitolojisi, ikincisi Mısır uygarlığıdır. Bu ikisini birbirine bağlayan ve yeni sentez çıkaran, Uruk şehrinden köken alıp, Urfa üzerinden Filistin'e, oradan da Mısır'a giden ve Mısır'dan geriye gelerek Kudüs'te yeni bir inanç sistemini dünyaya empoze eden Musevilerdir. Bu süreci kolay anlayabilmek için tarihsel sıralamaya göre bazı başlıklar altında görelim.

DÜNYAYA EGEMEN OLAN MİTOLOJİ: SÜMER ve MISIR MİTOLOJİSİ

- Ben yine evrimi neden anlayamadığımızı anlatabilme için, toplumumuzu etkileyen mitolojilerin anlatımı taraftarıyım; hem de Türk insanı evrimi nasıl algılıyor başlığı altında:

- Yaratılışın ne olduğunu insanlarımıza doğru anlatabilmek için, ilk olarak Sümer, daha sonra Babil, daha sonra, Süryani ve İbrani tarihini ve mitolojisini bilmek gerekiyor. En azından S. N. Kramer'in (1990) "Tarih Sümer'de başlar (History Begins at Sumer) kitabını okumak ve İstanbul Arkeoloji Müzesi'nde bulunan çok sayıdaki Sümer yazıtlarını bir defa görmek gerekiyor. Çünkü evrim kavramını bugünkü çağdaş bulgularla bile anlatamayacağımız açık.

- Neden mi dersiniz?

- Dünyanın en çok bilim adamı barındıran ve en çok bilgi birikimi olan Amerika yönetiminin hemen hemen tümü, halkının önemli bir kısmı, bizim bilim adamı kadrosundan maaş alanların da neredeyse tümü, halkımızın tümüne yakını katıksız olarak yaratılışa inanıyor. Bu nedenle evrimleşmeyi sağlayan düzeneğin doğru olduğunu anlatmak için çırpınmanın hiçbir yarar getirmeyeceğini bir daha vurgulamak istiyorum. Eğer cesaretiniz varsa, eğer gerçekten sorunu kökten çözmek istiyorsanız, yaratılışın, bilinmesi ve kuşaktan kuşağa saklanması gereken sadece ve sadece bir mitoloji olduğunun bizim ağızımızdan açıklanması gerekiyor.

Tarih ve semavi dinlerin inançları M. Ö. 3000 yıllarında Sümer’de başlar.

Tanrılar insan tarzında tanımlanmıştı. Başlangıçta bir yaratılış olduğuna inanılmıyordu, sadece diğer tüm tanrıları yaratan Deniz Tanrıçası **NAMMUN**’nun denetlediği sonsuz bir suyun olduğuna inanılıyordu. Ayrıca iki büyük tanrının Su Tanrısı **ENKİ** ve en büyük tanrı **NİNHURSAG**’ın olduğunu, bu tanrıların çocukları olarak **AN** (erkekti ve gök tanrısıydı) ve **Kİ** (dişiydi ve yer tanrısıydı) tanrıların olduğuna inanılıyordu. Semavi dinlerde, Allah (Tanrı) ile birlikte hiçbir zaman yaratıldığı belirtilmeyen ve hep var olduğu bilinen dört büyük meleğin, Cebrail, Azrail, Şeytan ve Mikail’in (ve diğer) yapısı ile bu tanrılar arasında bir homoloji kurulmaktadır. **AN** ile **Kİ**’nin birleşmesinden yine büyük bir tanrı olan hava tanrısı **ENLİL** doğdu. Kutsal kitaplarda (Tevrat, Kuran ve zaman zaman İncil’de) yerleri göklerden ayırdık sözcüğü, **ENLİL**’in gökleri yerden ayırma efsanesinin tekrarıdır ve buna bağlı olarak bitki ve hayvanların oluşması ile Sümer Evrimi başlamıştır. **ENLİL**, Tevrat’ta **Erek** olarak geçen ve bugün **Uruk** şehri-devleti olarak bilinen yerde yüzlerce yıl takdis edilmiştir (2. cihan savaşıdan kısa bir süre önce Almanlar tarafından bulunan kitabelerden). **ENLİL**, asasını kime verirse, bir çeşit peygamber ya da tanrı rütbesini ona verirdi. **MUSA**’nın asa taşımasının kökeni de bu geleneğe dayanmaktadır. **ENLİL**’in en önemli iki tanrıdan biri olan **NİNHURSAG**’ın kızına bir kayıpta tecavüz etmesi ile iki adı olan (**NANNA** ve **SİN**) Ay Tanrısı doğdu. Bu adların Süryanilerin esas dili olan Aremiceye **Habil** ve **Kabil** olarak geçtiği söylenir. Güneş tanrısı **UTU** ve Venüs tanrıçası **İNANNA** ise ay tanrısının çocuklarıdır. Ay’ın simgesel özelliği bu nedenle çok önemlidir. Camilerin minaresinin şerefesinde bulunan ay simgesinin de bu önemden kaynaklandığı bilinmektedir.

ENLİL bu kusurundan dolayı yer altında “**Hades**” denen cehenneme (Tevrat’ta **Sheol**, İncil’e ve Kuran’a **Cehennem** olarak geçmiştir) sürülmüştür.

Ayrıca, statüsü gittikçe düşün yüzlerce tanrı vardı (örneğin Tuğla Tanrısı **KABATA** statüsü düşük olan tanrılardan biridir).

Sümer mitolojisinde insanın yaratılış öyküsü, semavi dinlere kaynaklık etmesi bakımından çok önemlidir: İbraniler (yani İbrahim soyundan gelen ve bugünkü İsraillilerin temelini oluşturan kavim), dünya tarihinde ortaya çıktıkları zaman, Sümerler çoktan tarih sahnesinden silinmişti. Ancak, İbranilerin sonradan gelip yerleştikleri Filistin’de yerli halk olarak bulunan Kenanlılara komşu olan Asur, Babil, Hitit, Huri ve Aremilerin, Sümerlerle çok yakın temasları olmuştu. Dolayısıyla İbraniler, dolaylı olarak Sümerlerden etkilenmişti ve daha sonra göreceğimiz gibi, Mısır uygarlığından da etkilenince, ikisinin sentezi olan bir yaşam tarzı ortaya çıkmış oldu.

İbrani mitolojisi (edebiyatı) ile Sümer mitolojisi (edebiyatı) arasındaki paralellik, ilk defa 1915 yılında yayınlanan *Bulletin of the American School of Oriental Research* dergisinin 1 nolu sayısında

Supplementary Study olarak çıkmış, daha sonra da 1945 yılında University Museum’da bulunan 6 sütun üzerine 278 satır taşıyan bir tabletle bu yaratılış mitolojisi hemen hemen tümüyle açıklanmıştır.

Bu tablette (yazıtta), saf, temiz ve parlak, hastalığın, ölümün bilinmediği, ağrısız ve acısız doğumun yapıldığı, hep yaşayanların ülkesi olarak inanılan bir ülke “**Dilmun**” tanımlanmıştı (bu ülke Babililerde ölümsüz yaşayanların ülkesi, Tevrat, İncil ve Kuran’da da **Cennet** olarak geçer). Bu ülkede ne yazık ki su kıttı. Dilmun daha sonra Tevrat’a Fırat, Dicle ve dört bucağa uzanan nehirlerin arasında yer alan, doğuya doğru uzanmış Eden Bahçesi’ne ve daha sonra da Cennete dönüştürülmüştür. Bu son iki tanım Kuran’da da aynen tekrarlanmıştır. Dilmun bahçesine yer yüzünden su taşıyan **NINHURSAG** 8 bitkiye filizlendiriyor (aynı anlam Tevrat’ta Musa 2: 6’da, şöyle geçiyor: Yerden çıkan nem bütün toprağın yüzünü suladı). Tanrı **ENKİ** (Tevrat, İncil ve Kuran’da **Adem** olarak geçen), iki yüzü olan tanrı **İSİMUD**’un (Tevrat, İncil ve Kuran’da **Şeytan** olarak geçen) gizli gizli getirdiği bu bitkileri ve özellikle yasaklı bitkiyi yiyor. Tanrı **NINHURSAG** son derece kızıyor onu, ölümlü yaparak cezalandırıyor. **ENKİ**’nin sağlığı bozuluyor, 8 organı hastalanıyor (....., çene, diş, ağız,, kol, kaburga,; noktalı kısımlar kırık olduğu için okunamamıştır). Kurulu düzene ilk karşı çıkan varlık, simgesel olarak **ENKİ** olmuş ve lanetlenmiştir. Bu lanetlenme, daha sonra dinler tarihinde her türlü cezayla ve aforozla sürdürülmüş; içine şeytan girdi diye Orta Çağda 100.000 kadın bu düşüncenin devamı olarak yakılmıştır.

Tevrat’ta “Havva Âdem’in kaburga kemiğinden yaratılmıştır” denmektedir. Niye kaburga kemiği? Bizim Müslüman alimler de, insanın en son çürüyen kemiği bu kemiktir, buradan DNA çıkarılabilir, gibi çok güzel yorumlar yapmaktadırlar.

- Kaburganın Sümercesi “**Ti**”dir; **ENKİ**’nin kaburgasını iyi etmek için yaratılan tanrının adı Sümercede hem “*Kaburganın Hanımı*” hem de “*Yaşatan Hanım*” anlamına gelmektedir. Sümer edebiyatında “*Kaburganın Hanımı*” kelimesi, İbranicede, kelimelerin birbirinden farklı yazılması nedeniyle “*Yaşatan Hanım*” anlamına “**Havva**” ya dönüşmüştür. Çünkü İbranicede “Kaburga” ile “Yaşatan” kelimeleri bir değil, ayrıdır.

- Burada yaratılan, sadece bir insan değil, bir çeşit peygamber olarak niteleyeceğimiz tanrı-insandır, yani Âdem ve Havva’dır. Ancak sade insanın ortaya çıkışını Sümer’deki başka bir mitoloji ile öğreniyoruz:

- Sümer’de Tanrılar, özellikle dişi Tanrılar çoğalmaya başlayınca, işlerin çokluğundan, yiyecekleri hazırlamanın zorluğundan yakınıyorlar ve tanrıların hepsini var eden Deniz Tanrıçası Nammu’ya bir çare bulması için yalvarıyorlar. O da Bilgelik Tanrısı’na bilgeliğini ve marifetini göstermesini söylüyor. Bunun üzerine:

- Bilgelik Tanrısı yumuşak bir kilden şekiller yapıyor ve Tanrıçaya sesleniyor:

*Ey Annem! Adını vereceğin yaratık oldu,
Onun üzerine Tanrıların görüntüsünü koy,
Dipsiz suyun çamurunu karıştır,
Kol ve bacakları meydana getir,
Ey Annem! Yeni doğanın kaderini söyle!
İşte o bir insan!*
(M.İ. Çığ, age: 36).

- Tevrat ve Kuran’da da insanın çamurdan, ıslak çamurdan, kuru çamurdan yaratıldığına ilişkin en az 6 ayet bulunmaktadır.
- Darül-Zaferan/Mardin’deki Süryani Metropolitleri ya da yardımcısı olan Gabriel’e Âdem kelimesinin anlamını sorduğumda, eski Süryanicede (herhalde Aremice’de) bu kelimenin bir şeyler üreten (verimli) toprak anlamına geldiğini söylemiştir. Yukarıda anlatılan bilgilerin dayandığı tabletler 1915 yılında Pere Scheil, daha sonra S. N. Kramer tarafından gün yüzüne çıkarılmasına karşın, hiç kimse gerçeği öğrenme cesaretini gösterememektedir.

Korkak özgür düşünemez

Özgür düşünemeyen insan olmaz.

- Arno Poebel’in 1914 yılında ve British Müzesi’nden George Smith’in “*Gilgamiş Destanı*”nın on birinci tabletindeki efsaneden anlaşıldığı kadarıyla, Tevrat, İncil ve Kuran’da geçen “*Tufan Efsanesi*” bir Sümer efsanesidir. Öykü tamamen aynıdır; ancak **NUH** Peygamber yerine, ölümlü (sonradan tanrı katına yükseltilmiş) **ZİSUDRA** vardır.

• **ENLİL**’in gökleri yerden ayırması ile evrenin yaratıldığına inanan Sümerler, dualarında yerleri ve gökleri yaratan ulu Enlil diye dua ederken, anlaşılması çok kolay olan bir kalıtle, Tevrat, İncil ve Kuran’da da yerleri ve gökleri yaratan ulu tanrı diye dua edilmektedir.

• Yaratılışa ya da başka bir mitolojiye inanabilirsiniz, bu sizin tercihiniz. Ancak, bir olay, kullandığınız kaynaktan önce belgelenmiş, yazılmış ya da yorumlanmış ise, ahlaki olarak, o kaynakları da birlikte vermeniz gerekir. İşte dogmatiklerde bu ahlaki gelenek oluşmamıştır. Bu nedenle de hiçbir şeyin aslını anlayamazlar.

• Örneğin Kaptan Jaques Cousteau (Kusto), Atlantik’te iki su akıntısının birbirine karışmadığını açıklayınca, İslam ülkelerindeki kendine ilim adamı süsü veren birçok kişi, yıllarca şu açıklamayı yaptılar: Kutsal kitabımızda zaten bunlar yazılıydı; ancak bilim adamları bulamadılar. Kendisi bu bilgi üzerine Müslüman oldu diye bir de yakıştırma yaptılar. Jaques Cousteau vasiyeti gereği Hristiyan mezarlığına gömüldü. Bilim adamı sorumluluğu gereği, suların birbirinden ayrılmama durumunu da biz incelediğimizde, bu sözcüğün ilk olarak Sümer Mitolojisinde yazılı olduğu görülür:

- Sümer Efsanesine göre evrende ilk olarak Su Tanrıçası **Nammu** ve uçsuz bucaksız bir su vardı. Tanrıça o sudan büyük bir dağ çıkardı. Oğlu Hava Tanrısı **Enlil**, onu ikiye ayırdı. Üstü gök oldu, onu gök tanrısı aldı, altı ise yer oldu ve yer, hava tanrısı ile yer tanrıçasının oldu. Bilgelik Tanrısı ile Hava Tanrısı, birlikte, yeryüzünü bitkiler, hayvanlar ve sularla donattılar (M. İlmiye Çığ, Kuran, Tevrat ve İncil'in Sümer'deki Kökeni, Kaynak Yayınları 10. Basım, 2006: 35).

- Aynı ifade Tevrat'ta şöyle anlatılıyor: *Tevrat Tekvin 1.2-9*: Suların yüzü üzerinde Allah'ın ruhu hareket ediyordu. Allah "suların ortasında kubbe olsun, suları ayırın" dedi ve Allah kubbeyi yaptı. Altta olan suyu üstte olan sudan ayırdı ve Allah kubbeye 'gök' ve alttaki kuru toprağa da 'yer' dedi.

Aynı ifade Kuran'da yer alır: *Kuran Enbiya Suresi ayet 30*: Gökler ve yer yapışık iken onları ayırdığımızı, bütün canlıları sudan meydana getirdiğimizi bilmez misiniz?

- **Neden doğruyu söylemekten çekinelim?**
- **Neden eğitimde, inançlarımızı, geleneklerimizi sosyal saplantılarımızı körü körüne devam ettirebilmek için, genç dimağlardan bilgiyi saklayalım ya da çarpıtalım?**

- Gerçekleri sonsuza kadar saklayamayacağımıza (taş olduğu için yakılarak yok edilmesi zor) göre, bir gün, tüm bunları öğrenen insanımız, güvenlerini yitirdikleri için, sahip olduğumuz diğer tüm değerlere de sırt çevirecektir.

- Tüm bu anlatılanlar, 5.000 yıl önce kil tabletlere ve taşlara yazılmış olan bilgilerdir ve müzelerde korunmaktadır.

Mitolojimizin ikinci kolu Mısır Uygarlığı kaynaklıdır; arzu ederseniz bu bilgileri, Luvr/Paris, British Museum/Londra, hatta İstanbul Eski Eserler Müzesi'nde görebilir inceleyebilirsiniz.

Mısır'da M.Ö. 1350 yıllarında başa 4. **Amenofis (Amenophis)** (TUTANKAMON'un kayınpederi) geçti.

Bilindiği gibi, tek tanrılığı ilk defa **Amenofis** ortaya attı. Çok tanrısı olan bir evrende kargaşalık olur yaklaşımı ile tanrı sayısını bire indirdi (yani tek tanrılılık semavi dinlerin değil **Amenofis**'in fikridir). Tahta çıkar çıkmaz tanrılar tanrısı **AMON-RA**'yı ve diğer tüm tanrıların ([Maat](#), [Hathor](#), [İsis](#), [Nephthys](#), [Set](#), ...) adını tapınaklardan sildirdi ve bir yasayla sadece tek bir tanrıya tapınılacağını emretti. Tek bir tanrı vardır o da güneşin kendisi "**ATON**" dur, dedi. Böylece dünyada ilk defa tek tanrılı **Aton Dinini (Atenizm bazen Atonism)** kurmuş oldu.

TEB rahipleri . **Amenofis** bu yaklaşımına büyük tepki gösterdiler.

Amenofis adını değiştirerek, her şeyin yaratıcısı ve güneşin sevgilisi, **Aton**'a hizmet eden anlamına **Akneton (Akhenaton)** adını aldı. Bir de **Aton**'a şiir yazar:

Akhenaton'un tanrı Aton'a yazdığı bir şiir:

Tanrı uludur, birdir, tektir

Ondan başkası yoktur.
Bir tanedir,
O'dur her varlığı yaratan,
Bir ruhtur tanrı, görünmeyen bir ruh,
Ta başlangıçta vardı tanrı,
tek varlıktı o.
Hiç birşey yokken o vardı.
Her şeyi o yarattı,
Ezelden beri süregelen varlığı,
Ebediyete kadar sürecek,
Gizlidir tanrı, kimse görmemiştir onu.
İnsanlara ve yarattıklarına sır kalır her zaman.

Daha sonra yüzyıllar boyu eski Mısır'ın başkenti olan, Amon kültürünün de merkezi sayılan, Karnak tapınağının bulunduğu Teb'i terk ederek, yeni başkent ilan ettiği '**Güneşin Ufku** ' anlamına gelen **Akhetaton** şehrine yerleşmiştir.

Amenofis TEB'den ayrılıp göç etmesine karşın, TEB rahipleri tarafından öldürüldü.

Ölümünden sonra bu din TEB rahiplerinin etkisiyle yasaklandı. Daha önceki tanrılar yine sahneye çıktı. AMON-RA en büyük tanrı oldu (bu tanrıya dua etmek için ya rab ya da ya rabbim dendi, bu sıfat ilk olarak Tevrat'a sonra İncil'e en sonunda da Kuran'a geçti); duaların kabulü için, duaların sonunda en büyük tanrı adına, Amon ya da Amen adına bir bağlama yapıldı. Bu da üç semavi dindeki duaların sonunda amen ve amin kelimesini oluşturdu. Bazı kaynaklarda **Amenofis** (Tanrı Aton'un dünyadaki temsilcisi olduğunu ileri sürerek, yani ilk olarak dünyada peygamberlik ilan ederek), okunan duaların sonuna, adından kaynaklanan amen kelimesinin eklenmesini emretti ve bu gelenek Musa tarafından Tevrat'a taşındı ve sonunda 3 dinin de dualarına girdi. Amen kelimesi zamanla değişerek '**Amin**'e dönüştü.

Mısırlılar daha önce de ruh dünyasına ve insanın ölünce ahirette gideceğine, mahşer günü "Yargıç Allahın" giden kişinin iyiliklerini ve kötülüklerini tartacağına, iyi ise kişinin ebedi cennete giderek, daha sonra ortaya çıkan semavi dinlerde tariflendiği gibi çok rahat yaşayacağına, kötülükleri fazla çıkarsa cehenneme giderek orada yanacağına, sonsuz eziyet çekeceğine inanılıyordu.

4. **Amenofis**, Filistin'den Mısır'a göç eden Yusuf ve kavimi ile **Musa** arasındaki bir tarihte yaşamıştır. Yani **Musa**, hem **Akneton**'un öğretisini bire bir yaşamış ve öğrenmiştir hem de 2. Ramses döneminde yaşamıştır ve 2. Ramses'ten İsrailoğullarına eziyet etmemesini istemiştir. Hz. Musa, 10 emrin de yazılı olduğu Akneton tapınaklarında yazılı olan tek tanrılılığa, yani Allah'a inanmıştı.

Daha sonra 2. Ramses tahta çıktı ve bu dönemde **Akneton**'un tek tanrılı inancı bırakılarak, eski inanca geri dönüldü.

H. Musa ve yedek ya da yardımcı peygamber olarak bilinen Hz. Harun aynı zamanda yaşadılar ve her ikisi de Firavunla (yani 2. Ramses ile) çatışmaya girdiler.

Allah (her üç dinde de söylendiği gibi) Ramses'e ceza verir; ilk olarak (7 sene süren) kuraklık başladı; Nil nehrinin seviyesi düştü; aşırı sıcaklıklar oldu. Tufan oldu, çekirge istilası yaşandı, buğday güvesi musallat oldu.

Musa'nın bu felaketlerden yararlanarak halkı kışkırtacağını hisseden, tek tanrılığı reddetmiş olan Ramses, **Musa**'yı kavimi ile birlikte Filistin'e göçe zorlar. Ancak, **Ramses**, kendine haber vermeden kavmini peşine takarak göç etmeye kalkışan **Musa**'nın peşine düşer ve onu Sina Yarımadası'nda yakalar. Kavminin bir kısmı **Musa**'ya baş kaldırır: Köleydik ama yaşıyorduk, şimdi Firavun bizi öldürecek derler. **Musa** ise: Allah bana yardım edecek diyerek, asasını vurur ve Kızıl Deniz'i ikiye ayırarak kendi kavmini (13 kavimden 12'sini) selametle geçirir; Firavun ise askerleri ile birlikte Kızıldeniz'in tekrar kapanan sularında helak olur.

Musa ve kavimi, Allahın İsrailoğullarına vaat ettiği topraklara doğru yol alırlar ve bugünkü Filistin'e yerleşirler. Türkiye'de Urfa, Mardin, Midyat ve Mezopotamya da, bugün Irak toprakları içinde yer alan Uruk şehrinin bulunduğu yer ve çevreleri de Tanrının İsrail oğullarına vaat ettikleri topraklar içerisinde kalır.

Kutsal kitaplara göre Kudüs'te Allah'a ait ilk tapınak yapılır. Tarihsel bilgilere göre de **Allah**'a ait ilk tapınak Akneton tapınağıdır; çünkü tek tanrılık ve **Allah** tanımı, namaz, sünnet, cennet, cehennem, kurban, ahiret, mahşer, kıyamet vs. bu tapınağın inanç sisteminin içinde yer alıyordu ve **Musa**'ya tanrı tarafından indirildiğine inanılan 10 emir de Akneton tapınağının giriş sütunlarında yazılıydı.

Dört semavi dinde de, yaratılış mitolojisi, günlük işlerin düzenlenmesi ve ahiret işleri, bir taraftan kökleri Uruk şehrine kadar uzanan ve İbrahim Peygamber ve kavimi tarafından daha batıya taşınan Ön Asya ve Mezopotamya inanç ve öğretisine (örneğin şeri kanunlar), bir taraftan da Musa peygamber tarafından Filistin'e taşınan Akneton Tapınağının öğretisinin yoğrulmasıyla ortaya çıkmış görünmektedir.

İşte Türkler'in Buhara'da ve Maverâün-Nehir'de karşılaştıkları mitoloji, bir taraftan Mezopotamya kültürlerinden özellikle Sümerlerden köken alan, diğer taraftan Mısır inançları ile yoğrulan "Tek Tanrılı Yaratılış Mitolojisi" Tevrat'a, İncil'e ve Kuran'a bu haliyle geçti.

- M. Ö. 400-500 yıllarında yazılmış olan Tevrat'ın, kendisinden en az 300-400 yıl önce yazılmış olan **Zerdüş**'lerin el kitabı **Avesta**'dan da büyük ölçüde esinlendiği görülür. Avesta'da **İyilik Tanrısı Hürmüz** ile **Kötülük Tanrısı Ehrimen** arasındaki mücadele geniş bir ayrıntıyla anlatılır; ayrıca Tevrat

ve İncil'deki **Mesih** tanımlanır. Öyle ki: Kıyamet, öldükten sonra diriliş, ödöl ve ceza, kız oğlan kızdan (yani Meryem'den) doğacak bir peygamber (yani İsa) dünyayı kurtaracak.

- Daha doğuda yaygın olan Veditizm ve Brahmanizm gibi kast sistemine dayalı dinlerde de fakirlerine şunu öğütler: *Siz iç huzurunuzla uğraşın, bu dünya işlerini üstün insanlara bırakın, acı çekerek Tanrıya ulaşın* (Hint Fakirlerini anımsayın).

- Çevremizde tanıdığımız tüm semavi ya da semavi olmayan dinlerde, ikinci ortak bir anlaşma noktası: **Tanrı dilediğine verir.**

- **Türklerin batıda karşılaştığı dinlerin hepsinde ortak bir kabul vardı:**

- Bu da kuralları tanımlanmış güçlü bir kölelik kurumuydu. **Köleliği semavi dinlerin hiç biri yasaklamamıştı.** Hâlbuki Türklerin geleneğinde, inancında (Şamanizm'de) ve idari sistemlerinde kölelik hiçbir zaman olmamıştı.

- İşte semavi dinlerin zaman içinde güçlenerek yayılmasının ve diğer dinlere egemen olmasının temelinde, bu kölelik sisteminin, zaman zaman değişik kimliklere bürünen köleci-feodal sisteme inanılmaz kaynak aktarmasında ve bu sömürü düzenini güçlendirmesinde yatar.

- Yine de M.S. 1016 yılına kadar, değişik uygarlıkları bünyesinde bulundurmuş Ön Asya kültürlerinin değişik inanç ve mitlerinin zaman zaman etkisini gösterdiğini, insanların düşünmesi ve yeni olasılıkları araştırması için kapıları açık bıraktığını görüyoruz. İslam âlimi olarak bilinen **Cahız**: *Bilim kuşkuyla başlar demiştir.* Bu nedenle, bu dönemlerde Müslümanlığın da yaygın olduğu bu coğrafyada, Antik Yunan düşüncesinin de temelini oluşturduğu bilimsel yaklaşımlara rastlıyoruz ve bu bilimsel düşüncenin İslam Uygarlığına güçlü bir ivme kazandırdığını görüyoruz.

- Öyle ki bu ivmeyle Halep'te ve Mısır'da (Mekke'de ve Medine'de değil), eski Ön Asya (Mezopotamya) ve Mısır uygarlıklarına ilişkin bilimlerinin önemli katkılarıyla Endülüs'e kadar uzanan, zamanına göre gelişmiş bir uygarlık kuruldu.

- İslam tarihinde **Burini** ve **Hasankaleli İbrahim Hakkı Hazretleri**, evrimsel düşünceye, geleneksel düşünceden farklı bakan insanlar olarak bilinir. Ne yazık ki bu düşünürleri de büyük ölçüde dünyaya tanıtan batı dünyasının yazarları, bilim adamları olmuştur.

İSLAM DÜNYASI NEDEN ÇÖKTÜ?

- Ancak M.S. 1016 yılında, İslam âlimleri olarak adlandırılan çok sayıda insan bir araya toplanarak, Kuran konusunda uygulamaya yönelik bir tartışmayı başlatıyorlar. Buna bilimcilerle kadercilerin karşılaşması deniyor. İmami Gazali çok iyi bir hatip olması nedeniyle *“biz ancak beş duyumuzla algılayabiliriz; hâlbuki kutsal kitabımız bu duyuların dışındaki gerçekleri bize ulaştırmaktadır”* mealinde bir konuşma yapıyor ve bu nedenle *“Kuran üzerinde hiçbir şekilde yorum*

yapamayız, tek bir esresini bile değiştiremeyiz, ebedi olarak verilen ilkelere ve düşüncelere bağlı kalmalıyız’ diyor ve İslam ülkesinin evrimleşmesini bu noktada kapatıyor ve İslamiyet bu tarihten itibaren düşüşe geçiyor.

- Sakın o eskidendi, şimdi değişti diye sevinmeyin. Ulusal televizyon kanallarımızda defalarca aynı mealde, en son da Nisan/2007’de bir din ve ahlak söyleşisinde bir ilahiyat profesörünün yaklaşımı, İmamı Gazeli’den aşağı kalmıyordu. İfade aynen şöyle idi: *Dünya işlerini anlamada akıl tek başına yetmez, her şeyi akılla, bilimle çözmeye kalkışırsanız imanınızdan olursunuz.*

- İşte bana anlat diye verdiğiniz Türkiye’de- buna bazı durumlarda 58 İslam ülkesinde ve bağnaz Musevilikte ve Hristiyanlıkta ifadesini de ekleyebilirsiniz- “evrim algılanması nedir?” konusu bu tarihte noktalıyor; bir adım atılamıyor.

- Bu ülkeler ve bu düşünceyi benimseyen kitleler evrimleşemiyor ve evrim algılamalarında ne yaparsanız yapın her hangi bir değişiklik meydana gelmiyor, gelemiyor. Moleküler biyoloji, genetik, popülasyon genetiği anlatsanız dahi. İşte bu nedenle, bu simpozyum, evrim algılayamazlarla mitolojinin organik bağının ortaya konduğu ve bu bağın nasıl kırılması gerektiğini inceleyen bir toplantı olmalıydı.

- Gördüğümüz gibi köklerimiz, kültürümüz, geleneklerimiz, göreneklerimiz, tarihin yazıldığı Ortadoğu’nun mitlerine uzanmıştır; bir açıdan kültürel bir zenginliktir; ancak, bu mitleri aynen ya da dolaylı olarak inançlarımıza taşıyarak bu güne kadar getirmemizden ve bu mitlerin günlük yaşamımızdaki belirleyiciliğinin değişmez olduğuna inandığımızdan, bu mitlere karşı çıkanları en ağır şekilde cezalandırdığımızdan dolayı, bu kültürel zenginlik aynı zamanda ayaklarımıza bağlanmış prangaya dönüşmüştür.

- **Bir görme özülünün çeşitli yöntemlerle görmesi sağlanabilir; ancak iki eliyle gözünü ısrarla kapatmayı sürdüren bir kişiyi ya da toplumu körlükten kurtaramazsınız.**

EVİRİMİ ALGILAYAMAMANIN DOĞURDUĞU ZARAR NE OLMUŞTUR?

- Evrimin tanımını bir de şöyle yapabiliriz: *Sürekli mimarisini değiştiren bir evrende, evreni oluşturan öğelerin de değişmesidir.* New York, Paris ve Moskova Bilimler Akademilerinin de beyan ettiği gibi, evrende “Evrin Kuramı”nın dışında her şeyin değişmesi beklenir. Evrim Kuramı değişmez, çünkü bu kuramın bizatihi kendisi, değişimin ilkelerini inceleyen bir bilim olduğu için, incelediği ve içerdiği nesneler değişse bile, kuramın kendisi değişmeden kalacaktır.

- ***Bu nedenle kurulu ve geleneksel düzene çoğunluk ters düşer.***
- ***Doğma ise, kurulu ve geleneksel düzene koşulsuz itaat etmeyi ve değişmemeyi ilke edinmiştir.***

- Bunun sonucu, toplumlarda ve özellikle bizim toplumda, evrimi algılayamama ne gibi sonuçlar doğurmuştur? Birkaç örnek vermekle yetineceğim.

1. Doğru gözlem yapabilmek için, aynı koşulu ve aynı ortamı paylaşan, ancak bu bakımdan yani dünya görüşleri bakımından farklı olan iki toplumdaki gelişmeleri izlemek en doğru sonucu oluşturacaktır. Bunun için, batı sosyologlarının da sık sık örnek verdiği Berlin'deki Kreuzberg mahallesi en iyi örnektir. Sovyetler yıkılmadan önce, yaklaşık 100.000 Türk işçisi, özellikle 1964 yılında gelenler, Doğu Almanya'ya tam sınır olan ve tehlikeli bir yer olarak bilinen Kreuzberg'e yerleştirildi. Aradan tam 50 yıl geçti, Kreuzberg'deki işçilerin gerek davranış, gerek sosyal işlevler, gerek dünya görüşü, gerek giyim kuşam, gerek analitik düşünce vs. vs. (Sümerbank pazen pijamalarla sokaklarda dolaşmak dâhil) bakımından bir adım değişmediği gözlemlendi. Sokakta birbirine tekme atma, bağırma, tükürme, dükkânlardan malların yürüyüş yoluna taşması, geldikleri gün gibi kaldı. Hâlbuki 100 metre yanında uzanan caddede başka bir toplum (Almanlar) oturuyordu ve bu toplum, gelişmeleri adım adım izliyordu, değişiyordu. Siz zannediyor musunuz ki Avrupa Birliği bizi fakir olduğumuz için içlerine almada ayak diretmiyorlar; ayak diretmelerinin esas nedeni değişmeyen kafa yapımızın ortaya çıkaracağı olumsuzluklardır.

Düşünün ki, yazılı basına göre, hem de sağlık bakanımızın biri, peygamberimiz sofra bezinin üzerinde yemek yediği için, evinde masa bulundurmuyormuş.

2. Başka bir kültürü ve inancı da dünya mirası olarak benimsemek ve gerekirse onun izleyicisi olmak bir erdemdir. Bunun için yüce Atatürk, Sümerleri ve Hititleri kendi kültürünün öncüleri olarak kabul ettiği için, onlara izafeten Sümer ve Eti Bankalarını kurdu (daha sonra holdingler). Her ikisi de satılarak ortadan kaldırıldı. Atatürk, Hititlerin simgesini Ankara şehrinin simgesi olarak aldı ve bu kültüre sahip çıktı, Hititlerin mirasçısı olduğunu tüm dünyaya ilan etti. Ne mi oldu? Ankara'nın Hitit Güneşi olarak bilinen simge ortadan kaldırıldı, bir cami simgesi kondu. Bunu izleyen birkaç ay içerisinde Avrupa Birliği "Hititler Avrupa kökenli insanlardı ve Anadolu'nun esas sahipleri onlardı, yani Avrupalılardır" kararını alarak, ileride çıkacak civcivin yumurtasını folluğa bıraktılar.

3. Ön Asya, tarım bitkileri, süs bitkileri ve bazı meyve türleri bakımından gen merkezi olduğunu biliyoruz. Ancak, inancı gereği, değişmeyi ve evrimleşmeyi bir türlü benimsemeyen bir toplumun bunları ıslah etmesi beklenemezdi; öyle de oldu. 58 İslam ülkesinin hiç biri, ekonomik bir çeşidin oluşturulmasına imza atmadı. Doğa müzesi kurmadı, biyolojik arşiv yapmadı. Çevresini tanıyarak onları bilimsel olarak sınıflandırmadı. Bu söylediklerim, İslam ülkelerinin ve diğer dinlerin de tutucu ülkelerinin hemen hepsi için geçerlidir.

4. Dogmatik yaklaşımlar merak duygusunu bastırdığı için, kökten dinciliğin egemen olduğu toplumların hemen hepsinde, ülkelerindeki hiçbir antik eser, doğal anıtlar, hatta mitolojiler

incelenemedi. Bunu, evrime inanmış toplumların içinde yetişenler yaparak, bu onurun mutluluğunu yaşadılar.

5. Dogmatik yaklaşımlar, geleneksel düzene sorgulamadan baş eğmeyi öğütlediği için, bu ülkelerde demokrasi ve toplumsal düzenleme ile ilgili hiçbir yaratıcı adım atılamadı.

Sadece ekonomik sorunlar ve inanç çatışmaları nedeniyle isyan üzerine isyanla bulundukları toplumları kemirdiler.

Bu nedenle Türkiye'ye demokrasinin getirilme kararı Atatürk Başta olmak üzere birkaç kişinin iradesi ile gerçekleşmiş, bu istek toplumun alt kesiminden değil, üstten gelmiştir; 85 yıl geçmesine karşın bu nedenle demokrasi sıkıntımız sürmektedir.

6. Dogmatik yaklaşım nedeniyle evrensel kimlik kazanamadılar. Bugün, dünya nüfusunun %80'i için "bizim inandığımız yaratılış" hiçbir şey ifade etmiyor. Çin'de bir üniversitede çalışacaksanız, onlara bizim yaratılışımızı mı anlatacaksınız? Aynı tarzda giymiyor, aynı yemekleri yemiyor, aynı şeyleri içmiyor, aynı şeyleri düşünmüyor, aynı şeylerden zevk almıyor, en kötüsü ise, kendi inancınızın ve düşüncenizin dışındakileri sapkınlık olarak niteliyorsanız, bu küre üzerinde yaşayan insanlarla nasıl bir araya geleceksiniz. Bu nedenle son zamanlarda uygarlıklar arasındaki çatışma sözcüğünü hafife almayın.

7. En önemlisi kuşkuya yer olmadığı ve tek doğruya saplanıldığı için bu toplumlarda analistik düşünce gelişemedi. Bunun için de birkaç örnek vermek isterim. Burada yanlışlığını ya da doğruluğunu tartışmak da istemiyorum. Bu anlattıklarımı sakın bir kafayla uygun bir zamanınızda tekrar düşünmenizi diliyorum.

- Kudüs, bilinen "en yakın olarak tanımak zorunda olduğumuz" birçok peygamberin (en az üçü), peygamberliğinin tebliğ edildiği, kutsal kitaplardan da en az 3'nün indiği, Müslümanların bile ilk ibadetlerinde yönlendiği, söyleneceye göre Hz. Muhammed'in Miraç'a yükseldiği yer olmasına karşın, burada, tarihin hiçbir döneminde barış sağlanamamıştır; en kanlı katliamlar burada gerçekleşmiştir; çoğu da din adına. Bugün bile, dünyanın en güvensiz şehri ünvanını korumaktadır.

- Bütün minibüslerde ve otobüslerde "Allah Korusun" yazısı olmasına karşın, araç başına en çok kaza, bizde, Türkiye'de oluyormuş.

- Kâbe Tanrının evi olarak tanımlanmasına karşın, sadece 1992 yılından bu yana sadece ayakaltında ezilenlerin sayısı 10.000 leri geçmiş durumda. Yani Tanrının evinde bile güvende değilsiniz.

- 2004 yılında Büyük Okyanus'ta meydana gelen tsunami, en çok zararı Endonezya'nın Müslüman kesimi olan Ace bölgesi gördü, bir rakama göre, sadece 100.000 çocuk bu bölgede anasız-babasız kaldı. Tüm dünya bu bölgeye yardıma giderken, oradaki, yani Ace bölgesindeki Müslümanlar

ne yaptı biliyor musunuz? Tam 240.000 hacı, tusinamiden bir ay sonra, Hacca gitti ve ortalama adam başına 8.000 dolar harcadı; çocuklar da ser-sefil ortada kaldı.

- Türkiye’de hacca giden 100.000 hacının 80.000’den fazlası yeşil kart kullanıyormuş.
- Mısır halkının gelirinin %68’i (güvenilir kaynak olmayabilir) turizmden gelen gelirmiş. Gelen turistlerin %62’si (güvenilir kaynak olmayabilir) sadece Firavunların yaptırdığı piramitleri ve eserleri görmek için geliyorlarmış. Kuran’da onlarca yerde Firavunlara lanet yağdırılıyor ve beddua ediliyor. Mısır halkı, ekmeğini yediği Firavunlara günde 5 defa lanet okuyor, her gün sopasını yediği halkın, yani İsrailoğullarının var oluşunu sağlayan peygamberlerini de günde 5 defa kutsuyor.

HACİVAT-KARAGÖZ’Ü NEDEN ÇOK SEVERİZ?

- Türk toplumu ve Ön Asya toplulukları neden “**Hacivat-Karagöz**” orta oyununu 600 yıl boyunca büyük bir zevkle seyretmiştir, hiç düşündünüz mü? Hacivat-Karagöz oyununun en önemli özelliği Hacivat’ın dediğini Karagöz, Karagöz’ün dediğini Hacivat tümüyle ters anlar; Hacivat mersine der, Karagöz tersine anlar, bu böyle sürer gider.

- İşimize gelmeyenleri ya yanlış anlamayı ya da anlamazlıktan gelmeyi yaşam tarzı olarak benimsemişiz. Hiçbir şeyin aslını ve dogmatik eğitimimiz nedeniyle bir ifadenin gerçekte ne anlama geldiğini öğrenme alışkanlığımız yoktur. Dünyada üzerinde hiç tartışılmayan en önemli kemiyetler sayılardır. Örneğin 5 dediğinizde bunu kimse tartışmaz. Gelgelelim ki, semavi dinlerde verilen sayıların bile bir zahiri bir de gerçek anlamı vardır diye fetva veriyoruz. Bu nedenle, bu topluluklar gerçeği hiçbir zaman öğrenemiyorlar.

Dogmatizm sadece bize özgü de değildir ve sadece bizi perişan etmemiştir?

- Bu anlattıklarım bizim için ne kadar geçerli ise, dogmatik saplantıya girmiş, her ırktan, her inançtan, her ekonomik düzendeki toplum için de geçerlidir.

- Bakın, Hıristiyan tarihinde, “eşek davası ya da meselesi” diye ilginç bir tartışma vardır. Birileri eşeğin ağzında kaç diş olduğunu merak ediyor ve tartışma başlıyor. Tam 100 yıl. Birisi diyor ki biz niye bu kadar tartışıyoruz? Eşeğin ağzını açıp dişlerini sayalım ve böylece kaç diş olduğunu öğreniriz. Kilise hayır diyor, saysanız da gerçek değildir. Çünkü kutsal kitapta ve Batlameyus’un kitabında eşeğin dişi ile ilgili bir bilgi yoktur. Bu nedenle sizin sayınız gerçek olmayacaktır.

- **Dogmatizmin bir karşıtı olarak ortaya çıkan komünizmin (keza Maoizmin) bizatihi kendisi, “Das Kapital” ve “Mavi Kitap”la bir zaman sonra bir çeşit din kisvesine, dogmatik bir yapıya büründüğü için, yıkıldı gittiler.**

EVİRİM KAVRAMINI ALGILATMA “DOGMATİKLiĞİN DİŞİNDA”

YİNE DE NEDEN BU KADAR ZOR?

• Bir tarafta –her ne kadar Sümer-Babil-Asur öğretilerinden aynen alınmış ya da esinlenmiş ise de- tanrı tarafından kutsal kitaplarla insanlara tebliğ edildiğine inanılan “*tek bir kelimesinin değiştirilmesine izin verilmeyen*” bir “**Yaratılış Öyküsü**” bir tarafta da, her an kapsamı ve içeriği değişen, çeşitli bilim dallarının mekik dokuduğu, anlaşılması ve incelenmesi zor, zaman alan ve en tehlikelisi geleneksel düşünceye ve düzene ters düşen bir “**Evrım Kuramı**” var. İşte biz zor bir coğrafyada, zor bir konuyu öğretmekle yükümlü olan bir meslek grubuyuz. Bunun için diğer zorluklarımızı da masaya yatırmak zorundayız. İzin vererseniz, şimdi bu konuların bazılarını da masaya yatıracağım.

• “**Evrım kavramını nasıl algılıyoruz**” sözü, tekrar söylüyorum; bu ülkenin tümüne yakını için geçersizdir; çünkü evrimi algılayamıyoruz. Pekâlâ, bırakın evrimi, temel bilimlerin en basit bir kuralını bile zor algılıyoruz; örneğin, üniversitelerde ilgili konularda çalışanları hariç tutarsak, bugün uygar bir insan için olmaz ise olmaz olan, volt, amper, direnç kavramlarını kim kavramış ki. Kaldı ki, evrendeki doğal yasaların ortaya çıktığı günden bu yana, ilkeleri hemen hemen hiç değişmeyen fizik ve kimya kurallarını kavrayamayan bir kesim, zaman içinde sürekli değişen biyolojik bir evrimi anlayacak, algılayacak. Sizce bu mümkün mü?

• Türkiye’de 2007 tarihi itibarıyla 1.200.000 çocuk **ilkokula** gitmiyor.

Bu sayı içerisinde çocukları bir ana olarak büyütecek-eğitecek **kız çocuklarının** oranı ürkütücü derecede yüksek. Şu anda AB ülkelerinin toplamında (27 ülke) okuma yazma bilmeyenlerin sayısı, Türkiye’dekinden çok daha azmış.

- Türkiye’de 76 çeşit de lise var. Adı lise, 2006 Haziranında yapılan ÖSS sınavında fen kolundan mezun olan 150.000 öğrenci, yanlış duymadınız tam 150.000 öğrenci, fen bilgisi sınavından toplam 120 soru, tek bir soruyu doğru yapamadığı için, değerlendirme merkezi tarafından, sıralamaya sokulamamış ve otomatikman diskalifiye edilmiştir. Bu nedenle de, fen puanı ile öğrenci alan birçok fakültenin kontenjanı doldurulamamıştır.

- Durum böyle iken, Milli Eğitim Bakanlığı, 2006 yılında din dersinde uygulamalı ders diye yeni bir dersi devreye sokmuştur; okullara mescid yapımı gündeme gelmiştir.

13.04.2007 tarihi itibarıyla

Almanya’da 70 bin sağlık kurumu 8 bin kilise

Fransa'da 60 bin sağlık kurumu 9 bin kilise

Türkiye'de 7 bin sağlık kurumu 90 bin cami

Ahirete daha çok yatırım yapan bir ülkeden ne bekliyorsunuz?

Çevresi ve ailesi bu tip insanlarla çevrilmiş, sadece test çözen bir toplumun bir olayı başından alıp sonuna kadar sistematik belirli bir mantık zinciri içerisinde düşünmesi, yorum yapması olanaksızdır. Evrimsel düşünce ise, birbirini izleyen koşul ve olayların değerlendirilmesi ile ilgilidir. Sözüm ona günümüzün çağdaş- eğitimcilerinin önerdiği ve geliştirdiğı, bugün uygulanan eğitim modeli, evrimsel düşünme modelinin tam karşıtıdır.

Düşünmeyi nasıl öğreteceğiz? Evrim düşünme ile başlıyor, inanma ile değil?

Hayal mi görüyoruz yoksa çağı yakalıyor muyuz?

İmza attığımız AB Lizbon kıstasına göre 2010 yılından sonra liseyi bitiren her çocuk anadilinden başka en az iki dili akıcı olarak okuyup konuşmak zorunda. Hâlbuki Türkiye'de en az 5 milyon kişi Türkçeyi derdini anlatacak kadar konuşmıyor. Konuşuyor diye baktıklarımızın muhtemelen yarısı söylenenin ancak yarısını anlayabiliyor.

Yine imza attığımız Lizbon kıstasına göre, bugünkü okullaşma oranını (eğer bir kısmına okul denirse) yani %53'lük okullaşma oranını, 2010 yılında %80-85'e çıkarmak zorundadır. Okullaşma oranı bakımından gelişmekte olan ülkeler arasında Meksika ile son iki sırayı paylaşmaktayız.

Son 10 yılda Türkiye'de nüfus artışı %20, istihdam artışı %5. Bu şu demektir: Her 4 gençten 3'ü işsiz olacak demektir. İşsizi bu kadar yüksek olan böyle bir toplulukta, dev bir kitle, eğitim çağı bakımından orta ve yüksek eğitime doğru yol alırken, yeterince alt yapısını hazırlayamayan bir ülkede hangi gelişmeyi bekleyeceksiniz: Bunun tek bir yanıtı olacaktır **"Köktencilik ve terörizm"**. Bu iki akımın da temelini dogma oluşturduğu için evrimsel düşünceye adım atmak mümkün olamamaktadır. Türkiye'nin gelmiş olduğu durum budur.

Bu travmayı atlatmanın en akılcı yolu, kendi işini kuran Köy Enstitülerini kapattığımızı göre, meslek liselerinin yaygınlaştırılması olacaktı. Ancak, meslek liseleri ne zaman gündeme gelse, birileri hemen imam hatip liselerini devreye sokuyor ve böylece Türkiye'nin en önemli sorunu imam hatip liseleri sorunu tarafından teslim alınmış duruma sokuluyor.

Kaldı ki teknik eğitim liselerindeki öğrencilerin büyük bir kısmı dört işlemi yapamayacak durumda; ancak buna karşın en iyi öğretmenler liselere bile değil imam hatip liselerine tayin ediliyor. Çünkü geleceğimize göz dikmiş çok planlı ve programlı bir kesim, dünya görüş ve davranış şekillerinin, ancak yönetsel-idari sistemi ele geçirmeyle, özellikle siyasal bilgiler, hukuk ve yönetimle ilgili birimleri ele geçirmeyle olacağını biliyorlar.

Sistematik yıkım dört bir yandan iş başındadır. Dil bilen bir teknikeri dünyanın her tarafında çalıştırabilir, ülkenize döviz getirebilirsiniz. Dil bilen bir imam hatip mezununu nerede çalıştırabilirsiniz? Kimse bu soruyu sormuyor...Yüksek öğretim diye adlandırılan yüzdeler de aldatıcıdır. Şu anda üniversite öğrencilerinin %37'si açık öğretimde okumaktadır. Ne bir sınıf ne bir laboratuvar görmeden. Buna karşılık teknik lise mezunları askerliğini er, açık öğretim mezunları yedek subay olarak yapmaktadır.

Paralı olanların çoğu iyi okula ve iyi dershaneye gittiği, iyi özel hocalardan ders aldığı, kitapları ve lisanı olduğu için, burslu yerleri kazanarak parasız okuyabilmekte, fakirler de her kademedeki ödemeyi yüklenmektedir.

İyi eğitilmişlerin büyük bir kısmı, bilgi görgüyü artırma, yüksek lisans, doktora yapma amacıyla, mezun olduğu gün yabancı ülkeye gitmekte ve çoğunluk bir daha geri gelmemekte; ülke ise iyi eğitilmemişlerin, tarikat okullarından ya da yurtlarından yetişen gençlerin kollarına bırakılmaktadır. Liselere atanan öğretmenlerin binlercesi veteriner, ziraatçı, orman mühendisi vs gibi saygın; ancak öğretmenlik bilgi ve becerisi verilmemiş olanlardan seçilmiştir, seçilmektedir.2005 yılının ÖSS sınav sonucunun analizi ürkütücüdür. Fen sorularında 45 sorunun doğru cevap ortalaması %5.2, biyoloji sorularına verilen yanıtlar ise toplam içerisinde yalnız ve yalnız %08'dir. Yani bir biyoloji sorusuna doğru cevabı, sınava giren her 1000 kişiden ancak 8'i verebilmektedir. **Bu kitleye evrimi nasıl öğreteceksiniz?** Ümit var mı? Yok; çünkü 2004 yılından bu yana okul sayısı 80.000'den 60.000'ne düşmüş; cami sayısı ise 80.000'den 90.000'e çıkmıştır.

TÜBİTAK'ın bütçesi 2005 yılında, memurlarının maaşını da karşılamak kaydıyla galiba 800 milyon YTL idi; bu dönemde her kategoriden araştırmacı sayısı 79.555 kişi imiş. Hâlbuki bu dönemde dershanelere ödenen para 9 milyar dolar.

Ülkemizde fikir özgürlüğü var gibi görünüyorsa da, düşünce özgürlüğü kural olarak yoktur. Üniversite eğitimi yasalara göre özgürdür. Ancak birçoğunda özellikle 1982 yılından beri totaliter, baskıcı, çağdışı yönetim egemendir. Dikkat edin 1982 yılından bu yana üniversitelerin olaylara bir bilim adamının cesaret ve basiretle yaklaşımı kalmamış, halkı aydınlatma misyonu yitirilmiştir.

Kaldı ki, siyasi yapılanmanın, sömürünün, propagandanın temelinde, en etkili araç olarak hala inançların sömürüsü yatmaktadır. İşlendiği ve eğitildiği zaman aydınlanacak, bilimsel düşünceye

yaklaştırılabilecek geniş bir kitlenin mevcut olduğu açıktır. Eğitilecek kitleye ulaşmanın birçok zorluğu vardır. Bu zorluk üç tip kesimden kaynaklanmaktadır.

1. Anti evrimcilerin (özellikle 1946'dan bu yana) devlet yönetiminde yıllardan beri egemen olmaları, kaynaklarının güçlü olması ve en önemlisi, yaratılışla ilgili kuşku ların, bilimsel açıklamalardan çok daha kolay olarak dogmatik yollarla giderilebilmesidir.

Soruları ve merak duygularını bir kalemde çözüp, insanları kutsal yola sokabilmektedir.

2. Daha az bir kesim, çıkarını inanç sömürüsüne dayandırdığı için, “Yaratılış Kuramı” bu kesim için inanılmaz bir güç kaynağı oluşturmaktadır. Bir çeşit ruhban sınıfı diye nitelendireceğimiz kesim bu gruba girmektedir.

3. Üçüncü kesim, işbirlikçiler, ajanlar ve kışkırtıcılarıdır. Bunlar, bir ülkenin silikleşmesinin, dogma içinde boğuşarak yok olmasının, bilimden uzaklaştırılmasının en kolay ve ucuz yolunun, o ülkenin insanlarını kendi inançlarını ve dogmalarını kullanarak yok etmeye girişenlerdir. Bu kesim de, başta görsel ve yazılı medya olmak üzere Türkiye’de güçlü bir şekilde temsil edilmektedir.

Bugüne kadar hiç kimsenin başaramadığı teknik ve mükemmeliyette kitap, kaset, video, vd. araçlarını kullanarak geniş bir kitlenin, özellikle eğitim yaşındaki insanların, çıkmaza sokulmasını sağlamaya çalışmaktadırlar. Bu da başarıya ulaştı mı? Bana göre ulaştı. Yapılan birkaç anketten biliyorum. Lise çağındaki öğrencilerin %70’ evrime inanmıyor; %50’si tehlikeli bir akım olarak görüyor, galiba yalnız %5’i evrim olabilir diyor.

Bu kavga, sadece Türkiye’ye yönelik bir saldırı değil, Müslümanların ve fanatik dini saplantıya sokulmuş tüm ülkelere yönelik bir operasyondur. Bu nedenle, 57 dilden, galiba 156 ülkeye yönelik bir saldırdır. Çünkü tüm bu ülkelerde, kutsal kitabımızdaki ayetlere dayalı yorumları ancak, bu ülkelerdeki İslam dinine mensup insanlar okuyacaktır. Bu, bir küresel İslam yıkımı politikasıdır.

Bütün bu anlatılanları sizin de bildiğinizi biliyorum. Durum tespiti yapmaktan bıktım, bıktık. Yakın zamanda göreve başlayan bir Milli Eğitim Bakanımız, Almanya’ya durum tespiti için bir seyahat yapma arzusunu dile getirince. Alman eşdeğer bakanı, aynen şu cümleleri sarf ediyor: Bu güne kadar Türkiye’den gelen bakanların hepsi durum tespiti için geldiler, bu bakan da bu iş için gelecekse, gelmesin; artık bir eylem ya da çözüm önerisini sunmalarını bekliyoruz; onların tespitine ayıracak zamanımız yok. Ben de bu bağlamda tespiti bırakıp, **bazı önerilerde bulunmak isterim.**

1. Eğitime yatırılan kaynağın ürününü en az birkaç on yılda alırsınız; halbuki siyasilerin rant elde edebilmesi için bu kadar zamana tahammülleri olamaz.

Bu nedenle eğitim yönetimini ve işlerini, alt yapısı bilimsel ilkelere dayandırılmış, büyük bir kısmını teknik kadronun oluşturduğu özerk bir kuruma bırakmak gerekebilir.

2. İmam hatip tehdidini bertaraf etmek için, bir gecede 8 yıllık eğitime karar verenler, amaçları iyi niyetli ve doğru olmasına karşın, bilimsel bir alt yapıya dayanmadan alelacele karar vermelerinden dolayı, birçok okulun kapanmasına neden olmuş, 8.000 köyü sadece imamların yönetimine bırakmışlardır.

3. Türkiye'deki yaklaşık 80.000 akademisyenin, çok; ama çok büyük bir kısmının sadece akademik kadrodan maaş alan, sadece bilimsel teknisyen kimliği taşıyan, ama bir bilim adamının derinliğine sahip olmayan insanlar olduğunu düşünüyorum.

- **Konuşması gereken kesim konuşmuyor, düşünmüyor, düşünse de çıkarı ve korkaklığı nedeniyle modellğe soyunamıyor. Eğitimin kurdu-güvesi, dâhil olduğumuz camiada, tam eğitilmişlerin kadrosundan maaş alan bizim gibi sözde bilim adamlarıdır. Ortamı hacı-hocaya, köktencilere, bölücülere, işbirlikçilere, dalkavuklara ve çıkarıcılara bırakmışız.**

5. AB tarafından, imza attığımız Lizbon kıstasına göre, Türkiye'ye Avrupa Birliğine girebilmek için, diğer bütün koşullardan vazgeçilerek, sadece; ama sadece Avrupa standardında öğrenci yetiştirme koşulu getirilirse, Türkiye 50 yıl sonra dahi Avrupa Birliğine giremez.

- **Hesabını doğru yapamayan toplumlar gelecekte; ancak kökten dinci ve terörist yetiştirir.**

6. Gazete ve kitap okumuyoruz diyoruz. Çünkü televizyon çıktı bu nedenle çocuklarımız okumuyor diyoruz ve kusuru televizyonlara yıkarak işin içinden sıyrılmaya çalışıyoruz. Batıda da, Japonya'da da televizyon var; ancak bu ülkelerde okuma oranı gittikçe artıyor. Rusya'da kişi başına kitap harcaması 75 dolar, Türkiye'de 65 kuruş (çoğu da yardımcı ders kitabı olmalı). Kimse sormuyor niye diye?

- Batı dünyasının hazırladığı çok güzel belgeseller var. Çoğu da biyoloji ile ilgili. Bu belgesellerde evrim konusu çok net bir şekilde incelenmesine ve anlatılmasına karşın, Türkiye'de büyük bir kısmı yeşil sermayenin ya da kökten dincilerin ya da tutucu yerel yönetimlerin ya da işbirlikçilerin elinde olan televizyonlarda, çarpıtılarak, ayetler ve hadisler araya sokularak, bilimsel olarak açıklanan konular, dogmatik yaklaşımın alt yapısını güçlendirmede kullanılıyor. Yani yarar sağlama yerine çok daha büyük zararlara neden oluyor.

Ancak, yukarıda anlatmaya çalıştığım tüm bu bilgiler, özünde, ayrıntıdır. Sıraladığım tüm bu dilekler yerine getirilse dahi, istenen iyileşme beklenilemez.

- Üniversitelerimizin bu işe gönül vermiş, sizin gibi saygıdeğer eğitimcileri, çağdaş bilimin evrimle ilgili tüm kanıtlarını avuçlarımızın içine doldursa dahi, bu ülke ya da İslam ülkeleri ya da Güney Amerika Ülkeleri ya da Amerika gibi bilimsel atılımlarla dogmatikliği iç içe barındıran ülkelerde, evrim kavramını yine de geniş kitlelere kabul ettiremeyeceksiniz.

- İlk olarak Sümerlerden başlayıp günümüze kadar çeşitli dinlerde çeşitli kimliklerle bürünerek yer alan, ortaya çıktığında haklı nedenlere dayanan, ancak bugün bilimin ışığında geçerliliğini yitirmiş olan mitolojik söylem ile organik bağı kırmanız gerekecektir.

- Bunu ancak bu bilimle uğraşan insanların, tehditleri-şantajları-yıldırımları, evrensel bir sorumlulukla karşılayarak, bu gerçeği açık açık dile getirmeleriyle, halka anlatmaları ile olur. **Ümidin var mı diye sorarsanız? Açıkça kuşkuluyum.**

- Çünkü en yakın çevremdeki bilim adamları bile, bilim ile uhrevi miti bağdaştırma çabası içerisindeler; belki de bu simpoziumda da, her zaman olduğu gibi, belirli kesimlere hoş görünmek için bu yolu deneyecek arkadaşlarımız olacaktır; ancak bu yolla evrimi anlatmayı hiç kimse başaramadı; bu eğilimde ve davranış içerisinde olanlar da başaramayacaklar.

- Ayrıca şunu açıkça da söylemeliyim; uhrevi mitoloji ile temel bilimleri çeşitli sözcük, kelime oyunları ile birbirine uyumlu hale getirmeye çalışanlar, anti evrimcilerden daha tehlikelidirler ve bilimsel açıdan da ahlaksızdırlar. Türkiye'deki en tehlikeli kesim de bu kesimdir.

Bu konudaki bağnazlara karşı şu davranışı göstermemiz de bir hatadır: Bir şeylerin açıklanamamış ya da açıklanmamış olmasının sorumlusu “hep” bizmişiz gibi davranma.

DNA 1950'lerde bulundu, yapısı 1960'larda keşfedildi, işlevleri ise neredeyse 1980'li yıllarda tam açıklanabildi. Son 25 yılda bulunan böyle bir araçla dünyadaki biyolojik bilinmezliklerin hepsinin aydınlatılamamış olmasının sorumlusu neden biz oluyoruz da; son 2000 yıldan beri ve bugün dünyadaki tüm bireyleri pençesine alan bir sistem sorumlu olmuyor mu?

Bir bakterideki flagellumun bilmem ne kutusundaki işleyiş bilimsel olarak hala çözülememiş diyerek, görsel basınlarda 'tanrı adına' boy gösterenlere; illaki bunun işleyişini öğrenmek istiyorsanız, birkaç tapınağa ya da inanılmaz fiyatlarla basıp bedelsiz halka dağıttığınız saçma sapan kitaplara ayırdığınız paraları, bilimsel kurumlara yöneltin, biz size bunları çözelim “niye” diyemiyoruz?

Öğrenmek istiyorsanız bedelini ödeyin diyemiyoruz?

Türk toplumunun kendine özgü bir yaratılış miti vardı; Orta Asya'da egemen olmuş, bugün parça parça gelenek ve göreneklerimize girmiş, özellikle Alevi Kültürü içerisinde yoğrulmuş bir yaratılış öyküsü bulunmaktadır. Evrenin ışıktan oluştuğuna ilişkin, benzerinin birçok mitolojide de yer aldığı simgesel bir yaratılış öyküsü vardı. Toplum bunu, geçmişte bir mitoloji tarzında benimsemiş, ancak günlük yaşamının değişmez bir ögesi olarak kabul etmemişti.

Ne zamanki Türk toplumu Maveraün-Nehir'de Emevi komutanı El Kuteybe ile karşılaştı; kendine özgü yaratılış öyküsünü unuttu ve Sümer mitolojisinin yörüngesine girdi. Toplumun şu anda büyük bir

kısının benimsediği ‘Yaratılış’, yani zorlama bir terimle evrim algılaması, Sümerlerden Süryanilerle, onlardan da, Musevilere intikal etmiş mitolojinin ta kendisidir.

Eğer yaratılışla ilgili dinsel zeminde bilgi sahibi olmak istiyorsanız, Tevrat’ın eski veraset denen bablarını (bölümlerini) okumamız gerekir. Bizim, şu anda, evrim karşıt olarak tanımladığımız ‘yaratılış’ öyküsü, Tevrat’ta anlatılanlardır.

Tevrat, yaratılışın anlatıldığı bu bölümlerde, İsrailoğullarına gelecek için biz Türk toplumunu da ilgilendiren önemli görevler vermiştir: Bir kısmı topraklarımızın içerisinde yer alan vaat edilmiş toprakların elde edilmesi ve İsrailoğullarının diğer kavimlere egemenlikleri gibi.

- En ilginç de, ‘İsrail oğulları tüm diğer kavimlere egemen oluncaya kadar mücadelenizi bırakmayacaksınız’ buyruğunu veren, Tevrat’ta hem kral hem de peygamber olarak geçen Harun ve Yahya adını, İslamiyet’in egemenliğinin ve kutsallığının güçlendirme kisvesi altında, Türkiye’de ve dünyada Müslümanların tümüne yönelik, her türlü yayın organını en etkili şekilde kullanan bir kişinin ‘Harun-Yahya’ takma adını kullanmasıdır.

Bugüne kadar hiçbir düşünürümüz, bilim adamımız, din adamımız ya da herhangi bir inanç sahibimiz, *o ki bu çabalar İslam’ın esenliği içindir, neden bu takma ad Muhammet-Ali ya da Ali-Osman değil diye sormadı?* Sorgulamadı.

Her birinin 300-500 milyon liradan aşağı mal olamayacağı hesaplanan bu kitapların yüz binlercesinin, hangi kaynağa dayanarak, hem de çeşitli dillerde hem de onlarca ülkede karşılıksız dağıtılmasını sorgulamadı, soruşturmadı; buna güvenlik güçlerimiz de dahil.

Bir Müslüman’ın Amerika’ya girişinde bin bir zorluk çıkarıldığı günümüzde, sadece Amerika’da Müslümanlara yönelik anti evrim telkini yapan 1500 site bulunmasını nasıl açıklayacaksınız?

Ben açıklayayım: Eğer siz, tüm bilimlerin ve bilgilerin kutsal kitapta şu ya da bu şekilde belirtilmiş olduğunu telkin ederseniz ve toplumu sadece bu bilgiyi araştırmaya yönlendirirseniz ve ona inandırırırsanız, bir anlamda temel bilimlerden uzaklaştırırsanız, onun boynuna ilmeği ya da tasmayı geçirmişsiniz demektir. İşte, sadece bir ülkeye değil, dünyadaki tüm Müslümanlara yönelik eylem, bunun bir parçasıdır. Pakistan güvenlik güçlerinin bile zor girdiği Peşaver’deki dağlık kesimlerde dahi bu kitapların peynir ekmek gibi dağıtılmasının nedeni, bu küresel sinsî planda yatmaktadır.

Müslümanları yok etme planında.

Evrin, değişimin kurallarını inceleyen bir bilim olduğuna göre; **evrimleşemeyen, yeni koşullara uyum yapamayan, değişemeyen her canlı gibi, doğmasından kurtulamayan toplumlar da er ya da geç dünya sahnesinden silinecektir.** Özünde bu özelliklere sahip toplumların, bu sahnede yok oluşları ile ilgili epeyi mesafe alındığını gün be gün yaşıyoruz.

Evrin Kuramını Çökertmeye Çalışanlar

Televizyonlarda her gün anlı şanlı öğretim üyeleri, ilim adamları, sözüm ona düşünürler, sanki karşılaştırmalı morfoloji, biyokimya, fizyoloji çalışmışlar, sanki ataları bu ülkede birçok doğa tarihi müzesi kurmuş, sanki laboratuvarlarda canlı örnekleri incelemiş, sanki kendileri ve ataları dünyadaki canlı varlıkları incelemiş ve halkına mal etmiş gibi, çıkıp insanın kökeni konusunda bilge tavırlar içerisinde yorumlarda bulunuyorlar.

Ama insanı gerçek yapısıyla ve geçmişiyle tanımaktan ve onu geniş halk kitlelerine doğru olarak anlatmaktan sorumlu olan öğretim üyelerinden hiçbiri, kalkıp da, bunun böyle olmadığı konusunda herhangi bir serzenişte dahi bulunmuyor, bulunamıyor.

ACABA DOĞA EĞİTİMİ VERENLER, GERÇEKTE EVRİME İNANIYOR MU, İNANANLAR DA DOĞRU EĞİTİM VERİYOR MU?

42 yıllık meslek yaşamımda, bu konudaki düşünürleri ilgilendirecek çok ilginç olaylarla karşılaştım. Bunlardan birini anlatmadan geçemeyeceğim.

- Evrim kitabı yazmış, yıllarca Türkiye'nin en büyük üniversitesinde bu konuda ders vermiş saygıdeğer rahmetli bir hocamız, bir gün beni kimsenin olmadığı bir odaya çekerek, sana bir şey sormak istiyorum Aliciğim dedi, buyur hocam dedim:

- Sen gerçekten evrimleşme olduğuna inanıyor musun? Dedi.

- Hiç kuşku yok hocam! Elimizdeki sayısız bilgi bunun böyle olduğunu gösteriyor dedim. Sizin kuşkunuz var mı hocam?

- Yıllarca bu dersi vermiş ve kitabını yazmış olmama rağmen, ben pek inanmıyorum dedi.

O an, işimizin çok zor olduğunu fark ettim.

• Bir hususu daha saptamamız gerekiyor: “Dini çağdaştırma” amacıyla yapıyormuş gibi davranan ya da “birilerine yaranma” politikası güdenler, ne toplumun aydınlanmasında bir yarar sağlayabilirler ne de aydın sıfatı kazanabilirler.

• **Dinler, değişimi doğaları gereği asla kabul edemezler. Evrim de durağanlığı asla kabul edemez.** Değişim, bu nedenle anti evrimciler ve tutucular tarafından her zaman dinsizlik olarak görülmüştür.

• Gel gelelim ki, değişim, sömürünün, yalanın, talanın, zehri; bilimsel düşüncenin ise gıdasıdır.

• **Evrensel insan ve bilim dünyasının insanı, değişimi benimseyen insandır. Değişim yoksa orada insan da yoktur, hatta evren de yoktur.**

Geleneğinde ve bugün, kökten dinsel öğreti, temel düşünce sisteminin en önemli unsurunu oluşturan bir toplumda, laikmiş gibi davransa da, hele devlet politikası, eğitim anlayışı ve harcamalar

önemli ölçüde dogmatik bir öğretiyeye destek sağlamaya yönelik ise, bu topluma değişimi anlatamazsınız, öğretemezsiniz.

- Bu nedenle, boşuna uğraşmayın, evrimin kurallarını, kanıtlarını, toplumun her bireyine anlatsanız da, kütüphaneler kursanız da, eğer dogmatik düşünce egemen ise, sonuca ulaşamazsınız.

- Dogma ile evrimleşme birbirine zıt mantığı içeren iki kavramdır. Bunları, birçok üniversite mensubunun yapmaya çalıştığı gibi, uzlaştırmaya çabalamanın anlamı yoktur. Bunu kimse başaramadı, sizler de başaramayacaksınız.

- **Açık söyleyeyim, bu konuda gri yoktur; ya aktır ya da karadır.**

- **Değişmez kurallara saplanmış bir toplumu, değişmenin kurallarına göre yetiştiremezsiniz.**

- **Toplumun bu nedenle evrimi gerçek olarak algılaması söz konusu olamaz; bu algılama ancak dinsel öğelerin izin verdiği ölçüler içinde olacaktır.** Dünyanın her yerinde olduğu gibi, dini inanışlar ile evrimsel algılama bir grafiğin birbirine paradoks oluşturan iki değişkenidir.

SON SÖZ: NE YAPMALIYIZ?

Bu toplulukların, bizim, sevgili halkımızın esenliklerini, varlıklarını ve kimliklerini sürdürmeleri, en başta bu işlerle ilgilenen biz öğretim elamanlarının, birinci planda cesaretine, toplum, ülke sevgisine ve ülkesinin insanının hangi yöntemlerle eğitilebileceği konusunda kazanmış olduğu beceriye bağlıdır.

Bu dogmatik eğilim sürdükçe, evrimsel mekanizmaları açıklayan yeni bulguları, bitmez tükenmez bir çabayla anlatmaya çalışmanın büyük bir yararı olmayacağını bir daha vurgulamak istiyorum; 42 yıllık yoğun deneyimim bunu gösteriyor. Her defasında, tutucu kesim, önünüze açıklanması gereken bir bilinmezi, Tanrının bir sırrı olarak getirecektir. Ve siz bu anafurun içinde sadece çırpınacaksınız.

Hâlbuki dogmalarının kökenini, gelişimini, çelişkilerini, yanılgılarını ve çıkmazlarını açık açık anlatmaya başlarsanız, bu kafaları kumdan belki çıkarabilirsiniz. Eğer bu cesareti gösterebilirsiniz.

Ancak dünyanın en büyük psikoanalizcisi olarak bilinen Karl Jung'un dediği gibi, sorunların üzerine doğrudan yürüyen insanlar, asil ve sağlıklıdır; bahane uyduranlar ve olmayan bağlantıları varmış gibi kurmaya çalışanlar, korkaklar ve hasta ruhlu insanlardır.

Belki de Türk tarihinin ve İslam tarihinin en uzun Evrim Eğitimi vermiş, bu kavgaya müdahil olmuş, 42 yıldır evrim anlatan, konuşmalar yapan biri olarak, size son olarak şunu söylemek istiyorum: Çeşitli boyalarla defalarca boyanmış, yama üstüne yama yapılmış, parça parça dökülen bir duvarı yeniden boyama çabanız hiçbir işe yaramayacaktır, eğer sorunu çözmek istiyorsanız, ilk olarak kat kat üzerine bağlanmış eski boyayı sökmeniz gerekecektir.

Hedefi doğru seçin, yöntemi doğru kullanın derim; eğer dünyada Müslümanların ve Türk milletinin devamını ve başarısını içtenlikle istiyorsanız.

EVRENİN VE YERKÜRENİN EVRİMİ: Canlı Öncesi Ortam

Prof. Dr. Osman Demircan

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fizik Bölümü- 17020 ÇANAKKALE

Tel:02862180612, e-mail:demircan@comu.edu.tr

ÖZET

Evrende madde ve enerji birlikte evrimleşir ve uygun ortam ve koşullarda biri diğerine dönüşür. Daha çok kütle çekimi ve elektromanyetik kuvvetler etkisindeki madde kümelenme özelliği gösterir ve kütle çekimiyle oluşan her küme bir büyük kümenin üyesidir ve küme üyeleri ortak kütle merkezleri etrafında yörünge hareketi yapar. Yıldız oluşumu gezegen oluşumuna da yol açar. Yıldız oluşumunda madde miktarının büyüklüğü nedeniyle merkezde yoğunluk, basınç ve sıcaklık çok yüksek değerlere çıkarak nükleer reaksiyonlarla enerji üretimine (maddenin enerjiye dönüşmesine) yol açar. Evrenin çok büyük bir kısmı (~%99.9) çarpışmalar ve kinetik enerji fazlalığı nedeniyle plazmadır. Plazma ortamlarda nötr atomlar ve moleküller bulunamaz. Evrende canlı varlıkların oluşumu için gerekli olan ortamlar öncelikle nötr atomların ve moleküllerin varlıklarını koruyabileceği plazma olmayan soğuk ortamlardır. Gözlemlere göre böyle ortamlar sadece bazı gezegenlerde ve molekül bulutlarında bulunmaktadır. Bu ortamlar da sürekli değişim içinde olduklarından sabit fiziksel koşulları uzun süre koruyamazlar. Bu çağrılı tebliğde evrendeki maddenin büyük patlama sonrasındaki evrimi, galaksi oluşumu, yıldız ve gezegenlerin oluşumu ve canlı öncesi evrimi özetlenecektir.

1. Giriş

Evrendeki maddenin evrimi konusundaki bilgilerimiz önemli bilimsel öngörülere ve gözlemsel bulgulara dayanmaktadır. Bu gelişmeler kabaca şöyle sıralanabilir: (i) 1610 yılında teleskobun keşfedilmesiyle evrende madde yapılarının ve hareketlerinin incelenmeye başlaması, (ii) kütle çekiminin keşfiyle 18. yüzyıldan itibaren gök mekaniğinin hızla gelişmesi, (iii) 1800'li yıllardan itibaren büyük teleskopların kullanılması, (iv) maddenin yapısına ilişkin kuramsal öngörüler ve deneysel bulgular, (v) Doppler kaymasının tayfsal gözlemlerde uygulamaları sonucu evrenin genişlemesine ilişkin gözlemsel bulgular, (vi) görelilik kuramı ve gözlemlerle desteklenmesi, (vii) 20. yüzyılın ilk yarısında yıldızların nükleer reaksiyonlarla enerji üretimine ilişkin bulgu ve yıldız oluşumu ve evriminin anlaşılması, (viii) galaksi oluşumu ve evrimine ilişkin bulgular, ve (ix) büyük patlamanın kanıtı olan arka fon ışınımının keşfi ve bu ışınımın yöne bağlı küçük değişimler (bu değişimler ilk galaksi kümelerinin oluşum kanıtı olarak gösterilmiştir). Bu gelişmeler, çoğu Nobel ödülü alan büyük bilimsel gelişmelerdir. Bundan sonraki bölümlerde özetleyeceğimiz evrenin yapısı ve evrimi ile ilgili büyük resim ancak bu bilimsel bulgularla tutarlı biçimde açıklanabilmektedir.

2. Evrenin genel yapısı

Genişleyen evrende yüz milyarlarca yıldız ve gaz-toz bulutları içeren galaksiler kümeler oluşturmaktadır. Galaksi kümeleri plazma bulutlarıyla birbirine bağlı görünmekte, kümelerin arasında da büyük boşlukların varlığı gözlenmektedir (Şekil 1). Dönme nedeniyle disk biçiminde basık görünen galaksiler yaşlarına göre farklı oranlarda gaz-toz bulutu içermektedir (Şekil 2). Yıldızlar gaz-toz bulutlarından oluştuğu için yaşlı galaksilerde gaz-toz miktarı az, yıldız dönüşen madde miktarı fazladır. Yıldızlar farklı kütlelerde kümeler halinde oluşur (Şekil 3). Zaman geçtikçe kümeler dağılır. 0.01 ve 100 Güneş kütlesi aralığında kütleyle sahip yıldızlar oluşabilir. Küçük kütleli yıldızların sayısı oldukça fazladır. 20-30 Güneş kütleli bir yıldızın çevresinde 1000 kadar küçük kütleli (bir Güneş kütlesinden daha küçükkütleli) yıldız oluşur. Yıldızların etrafında gezegenler ve kuyruklu yıldızlar ve

asteroitler gibi gezegenimsi kalıntı maddeler vardır. Yıldızlar nükleer reaksiyonlarla merkezlerinde (10^6 K dereceden daha sıcak ortamda) enerji üretirler ve bu enerji elektromanyetik dalgalar şeklinde uzaya yayılır. Yıldızların yüzeyleri de birkaç bin K dereceden 70-80 bin K dereceye kadar olabilir. Plazma olan yıldız yüzeylerinden dönmeye oluşan manyetik alanın da etkisiyle büyük kütleler yıldız rüzgarı olarak uzaya atılır. Bu madde yıldız çevrelerindeki yakın uzayı etkiler. Yıldızdan yayılan radyasyon ve enerjinin yoğunluğu uzaklığın karesi ile ters orantılı olarak azaldığı için özellikle küçük yıldızların etrafındaki gezegenler moleküllerin oluşabileceği soğuk ortamlarda yer alabilir. Yaşam ancak buralarda mümkündür.

3. Büyük patlama sonrası evren

Bugün gözlenmekte olan ‘genişleyen evren’ genişleme hız ve yönleri dikkate alınarak Newton yasalarına göre geri götürüldüğünde tüm evrenin 13.6 milyar yıl önce küçük bir hacim içinde olması gerekmektedir. Buna göre evren 13.6 milyar yıl önce küçük bir hacimden büyük bir güçle genişlemeye başlamış olmalı; Bu olaya büyük patlama (big-bang) diyoruz. Fizik yasalarına göre büyük patlama sırasında evren çok yoğun ve çok sıcak olmalı. Bu ortamda atom ve moleküllerin oluşması mümkün değil. Ortam enerji ile dolu, enerji fotonları madde ve antimadde parçacıkları (leptonlar ve kuarklar) ile yoğun bir çorba oluşturmakta (Şekil 4). Parçacıklar ve antiparçacıklar etkileşerek birbirlerini yok ediyor ve açığa büyük enerjiler çıkıyor. Başlangıçta parçacık sayıları antiparçacık sayılarından biraz fazla olmaları etkileşmeler sonunda geriye kalan parçacıklar çok sonra bugünkü madde evrenini oluşturuyorlar. Başlangıçta genişledikçe soğuyan evrende sıcaklık 10^{13} K dereceye düştüğünde kuarklar birleşip proton ve nötronları oluşturuyor. Başlangıçtan sadece 3 dakika sonra sıcaklık 10^9 K’e düştüğünde kararsız nötronlar da bozunup yok oluncaya kadar döteryum (ağır hidrojen), helyum ve lityum çekirdekleri oluşuyor; diğer atom çekirdekleri oluşmıyor. Bu arada yüksek enerjili fotonlar çarpışmalarla sürekli enerji yitiriyor ve başlangıçtan 300 000 yıl geçtikten sonra sıcaklık elektronların atomlara bağlanmasını engelleyemez hale geliyor. Elektronların çekirdeklere bağlanmasıyla hidrojen, helyum ve lityum atomları ancak bu dönemde oluşabiliyor. Elektronların hızlı hareketlerle doldurduğu ortamın boşalmasıyla fotonlar da artık serbestçe yayılabiliyor. Böylece evren şeffaf hale geliyor. Astrofizik gözlemleriyle evrenin oluşum tarihi ancak bu noktaya kadar izlenebilmektedir. Hatırlarsanız büyük teleskoplarla evrenin derinlerine bakmak zamanda geçmiş izlemek demektir. İşte bu şekilde evrenin 13.6 milyar ışık yılı uzaktaki derinlikleri yani 13.6 milyar yıllık geçmişi izlenebilmektedir.

4. Galaksilerin ve yıldızların oluşumu

Büyük patlama başlangıcından bir milyar yıl sonra evrende küçük yoğunluk dalgalanmaları kütle çekiminin etkisiyle bölgesel madde yoğunlaşmalarına ve giderek galaksi kümelerinin oluşumuna yol açıyor. Kütle çekiminin neden olduğu bölgesel yoğunlaşmalarda boyut küçülürken küçük türbülans hareketleri açısal momentumun korunumu gereğince büyük dönme hızlarına ulaşarak kutuplardan basık disk biçimli galaksileri oluşturmuştur (Şekil 5). Daha bu oluşumların başlangıçlarında yapılar küresellikten disk biçimine dönüşmeden yapı içinde yine bölgesel yoğunlaşmalarla küresel yıldız kümeleri oluşmaya başlamıştır. Buralardaki ilk nesil yıldızlar sadece hidrojen, helyum ve lityum içermektedir. Daha sonra galaksi diskinde oluşacak olan büyük kütleli yıldızlar hızla evrimleşip süpernova olarak patlayıp saçılarak galaksinin disk bölgesini ağır element bolluğu açısından zenginleştirirler. Süpernova artıklarından oluşan ikinci, üçüncü, nesil yıldızlar metal bolluğu açısından zengin olurlar (Şekil 6).

5. Yıldızların oluşumu ve evrimi

Yıldızlar galaksi içindeki dev molekül bulutlarından yine kütle çekimsel çökmeyle kümeler halinde oluşurlar. Oluşan bir yıldız ne kadar büyük kütleli ise merkez bölgesi de o kadar yoğun ve sıcaktır. Yıldız merkezlerinde nükleer reaksiyonlarla hafif elementler birleşerek ağır elementleri oluşturur ve bu arada yıldız nükleer enerji üretmiş olur. Büyük kütleli yıldızlarda nükleer enerji üretimi yani maddenin enerjiye dönüşümü daha hızlıdır. Bu nedenle büyük kütleli yıldızların ömürleri kısa olur. Yıldızlar nükleer evrimlerinin sonunda patlayarak uzaya saçılırlar. Geriye kalan küçük çekirdekler artık enerji üretemeyen ölü yıldızlardır. Kütlelerine ve fiziksel yapılarına bağlı olarak bu ölü yıldızlara beyaz cüce, nötron yıldızı veya kara delik denir. Yıldızlar ürettikleri nükleer enerjiyi uzaya yayarak çevrelerini ısıtırlar ve parlak görünürler. Yıldızlarda Lityumdan demire kadar tüm ağır elementler sadece ve sadece yıldızların merkezlerinde yıldız kütlelerine bağlı olarak sırasıyla üretildiği için büyük kütleli yıldızların iç yapıları içten dışa doğru gittikçe daha ağır elementler içeren kabuklar oluşturur (Şekil 7). Süpernova patlamasıyla bu kabuklar uzaya atılarak yıldızlararası maddeye karışır ve bir sonraki nesil yıldız oluşumuna malzeme olur.

6. Güneş sistemi ve Yer'in oluşumu ve evrimi; Canlı öncesi ortam, sonuç ve tartışma

Güneş evrenin bu köşesinde yıldızlararası maddeden kütle çekimsel çökme ile oluşurken boyut küçülmüş, dönme hızı artmış, kutuplardan basıklaşarak disk biçimini almıştır (Şekil 8). Büyük kısmı disk merkezinde biriken madde merkezde bir yıldız olarak Güneş'i, disk içinde de yine bölgesel yoğunlaşmalar ve kartopu modeline göre çarpışmalarla madde birikimi sonucu farklı yerlerde gezegenleri oluşturmuştur. Başlangıçta disk içinde yoğun olan elastik olmayan çarpışmalarla gezegen kütleleri artmış ve radyoaktivite enerjisiyle ısınan yarı-sıvı haldeki madde içinde ağır elementler merkeze çökerek farklı yoğunlukta katmanlar oluşturmuştur. Disk içinde büyük gezegenlerin arasında ve dışında yörünge hareketi yapan hala gezegenlere çarpmadan varlığını korumuş olan küçük madde yapıları vardır. Mars ve Jupiter gezegenleri arasında milyarlarca olan bu yapılara asteroitler denir. Pluto gezegeni dışında da yer alan bu yapılar Güneş Sistemi'nin dış sınırlarında bir ışık yılı uzaklığa kadar Kuiper ve Oort kuşaklarını oluşturur. Zaman zaman bu kuşaklardan kopup Güneş Sistemi'nin iç kısımlarına gelen soğuk madde yapıları Güneş'in ısıtım basıncı etkisiyle kuyruklu yıldızları oluşturur. Uçucu gazları tükenmiş olan kuyruklu yıldız parçaları ve yer yörüngesini kesen asteroitler zaman zaman Yer'e çarpabilir. Bu parçaların Yer atmosferinde sürtünmeyle ışıklı çizgi oluşturmasına yıldız kayması denir. Çoğu zaman sürtünmeyle atmosferde ufalanarak asteroit veya kuyruklu yıldız artığı toz halinde yere dökülür. Evlerde ve sokaklarda süpürdüğümüz tozların bir kısmı bu tozlardır. Yeryüzüne bu şekilde her gün ortalama yüzbinlerce ton toz yağmaktadır. Atmosferde ufalanmadan Yer yüzüne ulaşabilen asteroit veya göktaşı parçalarına da göktaşı denir. Yer yüzüne çarpma hatta yaşam için tehlike oluşturan böyle büyük göktaşları oldukça fazladır (Şekil 9). Hatta her jeolojik dönemin bir büyük göktaşı çarpmasıyla son bulduğu iddia edilmektedir. Bu çarpmaların ne kadar çok ve tehlikeli olduğunu anlamak için Ay'ın yüzeyindeki çarpma kraterlerine bakmak yeter (Şekil 10). Yeryüzünde bu çarpma kraterlerinin izini meteorolojik koşullar ve erozyon nedeniyle fazla göremiyoruz ama yine de Yeryüzünde çok sayıda büyük çaplı çarpma krateri bulunmaktadır. Çok büyük olasılıkla Ay'ın kendisi de Yer'in geçirdiği büyük bir çarpışma sonucu Yer'den kopan bir parça tarafından oluşturulmuştur. Güneş Sistemi ve Yer'in oluşumunda birkaç milyar yıl sonra büyük çarpışmalar azaldığında Yer kabuğu da soğumaya başlamış ve Yer içinden volkanlarla çıkan gazlar atmosferi oluşturmuş soğuyan gazlar yağış olarak yüzeye inip denizleri ve gölleri oluşturmuştur. Okyanusların oluşumunda Yer'e çarpan büyük kuyruklu yıldız parçalarındaki donmuş gazlardan gelen katkının büyük olduğu sanılmaktadır. Çarpma ve volkanik olaylar azalınca atmosferde meteorolojik olay döngüsü ve okyanusların oluşumu atomlar ve moleküller arası kimyasal süreçleri hızlandırmış olmalı. Karmaşık organik moleküllerin oluşumu da Yer yüzünde yaşam için zemin hazırlamıştır. Böylece evrende

maddenin 13.6 milyar yıllık evriminin son aşamalarında yaşam, Yer yüzünde uygun koşullar bularak oluşmuş ve gelişmiştir (Şekil 11). Evrende maddenin bu uzun evrim sürecinde yadsınamayan rastlantıların evrenin başka köşelerinde de meydana gelmiş olması kaçınılmazdır, ancak gerekli rastlantı olasılıklarının çok düşük olması, plazma olmayan böyle ender ortamların azlığı ve aralarındaki inanılmaz uzaklıklar evrende olası başka yaşam merkezleri arasındaki iletişimi bile engellemektedir.

Kaynakça

1. Aslan, Z., Aydın, C., Demircan, O., Kırbıyık, H., Derman, E. : 1993, Astronomi ve Uzay Bilimleri (Ders Kitabı), Tekışık Yayıncılık, Ankara
2. Özdemir, S., Gürol, B., Demircan, O. (editör): 2006, Astronomi ve Asrofizik, BRC Basım, Asil Yayın Dağıtım Ltd. Ankara
3. Pasachoff, J.M. : 1995, Astronomy, Saunders Coll. Publ., New York
4. De Loo, C.W.H., Doom, C. : 1992, Structure and Evolution of Single and Binary Stars, Kluwer Acad.Publ., London
5. Kaufmann, W.J. : 1991, Universe, W.H. Freeman and Company, New York

YER'İN TARİHİNDE KARA KÖPRÜLERİ VE ANADOLU'NUN EVRİMİ

Mehmet Sakıncı, İTÜ

Evrım, yaşam da pozitif düşünebilmenin, eleştirel aklın, kısaca bilgisel düşünebilmenin özüdür.

Gezegelimizin oluşundan bugüne kadar sürekli bir değişim içinde olduğu ya da hiç değişmediği, kısaca hep gördüğümüz gibi miydi sorusu çoğu zaman aklımızı kurcalamıştır.

Dünya gezegeni ve onunla birlikte her şey, devamlı değişim içindedir. Milyonlarca yıl önce kara olan yerler günümüzde denizlerle kaplıdır. Okyanuslar şimdiki dağlardır. Dünya'nın en yüksek dağı Everest'in zirvesinde denizlerde yaşayan bir canlının fosili oraya nereden gelmiştir? Kayanın içine nasıl girmiştir? Bir canlının taşlaşmış kalıntısı nasıl olur da katı bir maddenin içindedir? Munzurların, Torosların zirvelerinde deniz kabuklularının taşlaşmış kalıntılarının ne işi vardır.

Evrım denildiğinde genelde biyolojik evrım akla gelir. İçinde zaman kavramı bulunmayan biyolojik evrım ile içinde zaman kavramı olan jeolojik ya da fosillere dayalı paleobiyolojik evrım bir arada düşünülmelidir ki evrım daha anlaşılabilir olsun. Örneğin yalnız biyolojik yöntemlerle anlatılmaya çalışılan evrım kavramı “günümüzde yaşayan şempanzeler neden insan olmuyorlar” gibi soruları da beraberinde taşır ve evrimi anlaşılmaz yapar.

Zaman

İnsan, geçmiş ile ilgili tarihi bilebilmede ne kadar eskiye gidebilir? Dedesini bilen insan onun babası hakkındaki bilgiyi nereden öğrenecektir? Daha eski tarihe gidelim. Örneğin Darwin'i nereden bilebiliriz? Fotoğrafları, giysileri, gittiği seyahatler, tuttuğu günlükler, yaptığı çalışmalardan geriye kalan belgeler ancak onun hakkında bilgi sahibi olmamızı sağlar. *Homo neanderthalensis*'i nerden bilebiliriz? Kafatası fosilleri, çene, dişler ve diğer iskelet kalıntıları onun hakkındaki bilgileri bize verebilir. Nasıl yaşadığını, dişlerine bakarak neler yediğini kafatasına bakarak beyninin hacmini ve zekâsının ne değerinde olduğunu bilebilmemiz ancak bu iskelet kalıntılarını bilimsel metodlarla açıklayabildiğimiz sürece mümkün olabilir.

Öyleyse, milyarlarca ya da milyonlarca yıl önce Gezegelimizde olanları nasıl bilebileceğiz? Bunun için tek başvurabileceğimiz belgeler fosiller, kayalar ve izotop yaşlarıdır. Fosiller tüm eski yaşam ve ortamlar, iklimleri hakkında ya da milyonlarca yıl öncesine ait ne bilmek istiyorsanız onun hakkındaki bilgileri size verebilir. Bunun yanı sıra kayalar onları oluşturan taneler, mineraller, hatta kayanın rengi bile size yine milyonlarca yıl öncesinin bilinmezlerini anlatabilir. Radyoaktif özelliğe sahip bir mineral size milyar yıl mertebesinde yaş verebilir. Ya da C^{14} günümüzden 40.000 yıl öncesine kadar kesin yaş verileri sunar.. Bir kayanın kırmızı renkte olması size neyi çağrıştıracaktır? Ya da bir çamurtaşının siyah renkli olması ne anlama gelecektir? Çakıtaşını oluşturan çakılların şekli neyi anlatır? Çakıllar yuvarlaksa ya da köşeliyse neyi düşünmeliyiz? Yuvarlaklık ile köşelilik arasında bir zaman boyutu var mıdır? Bu soruların içindeki zaman boyutu evrım düşüncesinin anlaşılmasına ışık tutacaktır. Evrımda bir karşılaştırma ve sorgulama her zaman için vardır. Bu da doğru ve bilgisel düşünmenin temelidir.

Doğa bilimciler geçmişteki olayları “baştan kurmayla” bilebilir. Bunun için başvuracağı önemli doğa belgeleri ve öngörülleri (prensipler) vardır. Bunları kullanarak milyonlarca yıl öncesine gidebilir, madenleri çıkartabilir, petrolü ve diğer doğal kaynakları insanlık hizmetine sunabilir.

Küresel ısınma ve iklim değişiklikleri hakkında nasıl sağlıklı yorum yapabilir, gerçeğe ne kadar yaklaşabiliriz? Eski iklimleri bilmeden geleceğin iklimleri hakkında daha gerçekçi söylemlerde

bulunabilirmiyiz? Günümüzde bu konuda çalışan bilim adamları günlük meteorolojik kayıtlara bakarak geleceğin iklimleri hakkında bir yorumda bulunabilir mi? Geçmiş bilmeden geleceği bilebilmemiz ya da anlayabilmemiz olasıdır? Bu soruların cevap anahtarları Yer tarihinin gizli sayfalarında bulunur. Bu anahtarların sırrı ise belirli prensiplerde gizlidir.

Bu baştan kurmaları yapmak ve zaman boyutunu anlayabilmek için dört önemli prensibi bilmemiz gerekir.

- Süperpozisyon-bağıl yaş ve katı cisimler içinde katılar (fosil)
- Güncelcilik veya Aktualizm
- Tekdüzecilik-Uniformitarianizm
- Katastrofizim
- Radyoaktivite-Mutlak yaş

17. yüzyılda Danimarkalı bilgin Niels Stensen'in (1638-1686) nun tabakaların horizontal (yatay) çökme ve süperpozisyon (en altta bulunan tabaka zaman olarak diğerlerine göre en yaşlıdır), 18. yüzyılda James Hutton (1726-1797), güncelcilik (aktualizm), 18-19 yüzyılda Charles Lyell (1797 – 1875) uniformitarianizm (tekdüzecilik), prensipleri, 19. yüzyıl başında Cuvier'in katastrofizim, 19. yüzyılda Darwin'in (1809 -1882) evrim, Alfred Wegener (1880-1930) in kıtaların kayması ve 20. yüzyılda bunun devamı Levha tektoniği kuramları ve ilgili araştırmalar, görüşler, tartışmalar Dünya gezegeni hakkında yanıt bekleyen bir çok soruya açıklık getirmiştir. İnsan da doğal afetler (deprem, heyelan, tsunami ve diğ.), petrol oluşumu, Doğal gaz, volkanlar, madenler, yaşamın kökeni, evrim gibi konulara neden? niçin? nasıl? sorularına cevaplar vererek çözümler üretmiştir.

17. yüzyılda Yer Bilimlerinde basit, ancak devrim niteliğindeki ilk prensip Danimarkalı tıp bilgini daha sonraları fizikçi Niels Stensen ya da Steno (1638-1686) tarafından ortaya atılır. Bu süperpozisyon diğer adıyla bağıl tarihlendirme prensibidir. Steno'ya göre doğada yatay tabakalı kayalarda en alttaki tabaka en eski olanıdır. Yukarıya doğru yatay tabaka dizisi gençleşir. Bu basit öngörü jeolojinin halen geçerli en önemli saha gözlem prensibidir. Steno'nun ikinci önemli öngörüsü ise Yer'in tarihinde gerçekten devrim yaratacak niteliktedir. Canlıların taşlaşmış kalıntıları yani fosiller diğer bir katı olan taşların içine nasıl girmiştir? Bir zamanlar denizlerde yaşamış canlılar nasıl olur da katı bir cismin yani taşın içinde bulunabilir? 1666 da Steno bunu "*De Solido Intra Solidum Naturaliter Contento Dissertationis Prodromus*" (Katılar içinde doğal olarak bulunan katılar hakkında bir teze medhal) isimli eserinde detaylı olarak açıklar.

Aktualizm ya da Güncelcilik

Doğadan topladığımız fosil, kaya, bir radyoaktif mineral, bir fosil kemik parçası, ya da bir azı dişi, taşın üstünde bir bitkinin fosilleşmiş yaprağı veya bir çakılda... Bütün bu doğa nesnelerinin bize neler anlattığını bir araya getirip bir bütünün parçalarını oluşturup milyonlarca yıl öncesini düşünebilir, coğrafyasını çizebilir, bütün geçmiş olayları baştan kurabiliriz. Peki bu kadar iddali bir şeyi nasıl yapabiliriz?

"Nesnelerin ve süreçlerin günümüzde bildiğimiz benzerlerine, bakarak yani güncelcilik (aktüalizm) prensibine göre"...

Nesneler ve olaylar değişmelidir ki bir zaman bir tarih oluşabilsin. Birbirine benzeyen şekillerin aralarında geçiş nesneleri olmalıdır ki güncelcilik prensibini kullanarak olayları ve zamanı tahmin edebilelim. Örneğin bugünkü Marmara Denizi kıyıları milyonlarca yıl öncesi ile aynıdır? Gezgenimizde hiç bir şey durağan değildir. Değişim kaçınılmazdır. Bu denizin kıyıları da bu değişimi geçirmiştir, geçirmektedir. Daha basit bir örnek verelim. Küçükçekmece Gölü ile Marmara denizi

birbirinden üzerinden karayolu geçen bir kum engeli ile ayrılmıştır. Göl ile deniz arasındaki bu engel, zaman içinde güney yönlü rüzgarların ve akıntıların kumları taşıyıp daha sakin bir yere yığmasıyla oluşmuş, kum engeli zaman içinde ilerlemiş, göl ile deniz çok dar bir su yolu bağlantılı kalmıştır.

Üniformitarianizm ya da Tekdüzecilik

Birbirine benzeyen tiplerin arasında bulunan geçiş şekillerinin varlığını bu prensip yolu ile tahmin edebiliyoruz. Prensibin çok kullanılır olmasına rağmen genel anlamda kabul görmesi ancak James Hutton (1726–1797), İskoç bilgin tarafından uygulanmasıyla gerçekleşmiş, daha sonra Charles Lyell (1797-1875) 18. yüzyılda bu prensibi doğada kullanarak onun popüler olmasını sağlamıştır.

Olayların zaman içinde türlerinde ve hızlarında ani ve büyük değişiklikler olmadığını savunan düşünce ya da prensip tekdüzecilik ya da Üniformitarianizm dir.

İngiliz jeolog C. Lyell, yazdığı *Principle of Geology* adlı eserinde bu prensibi ilk kez doğa bilimlerine uygulamasıyla tekdüzecilik sıkça kullanılmaya başlamış ve C. Darwin ünlü gezisi sırasında evrim kuramının temellerini C.Lyell in bu prensibine göre oluşturmuştur.

Milyonlarca yıl süren değişim sırasında ortamsal koşulların morfolojiye yansımaları ile canlılar arasında bildiğimiz geçişler oluşur. İşte evrimin özende yatan da budur. Örneğin dağlara bakarak okyanusların, bataklıklara bakarak kömürlerin nasıl meydana geldiği, ya da deniz kıyısındaki kumlara veya nehirlerdeki çakıllara bakarak kumtaşlarının veya çakıltaşlarının nasıl oluştuğunu anlamak gibi... Bu düşüncede gözardı edilmemesi gereken zamandır. İşte yerin tarihinde milyonlarca yıl önce gerçekleşmiş olan olayları, güncelcilik ya da tekdüzecilik düşüncelerini kullanarak baştan kuruyoruz. Bu şekillendirmeyi yaparken de doğanın tüm objelerini kullanıyoruz. Fosiller ve kayalar kullandığımız en önemli referanslarımız oluyor.

Katastrofizim

Bu düşünceye göre tekdüzecilikte olduğu gibi zaman içinde bir değişim söz konusu değildir. Olaylar ani ve keskindir. Bunun sonucunda da yeni türler aniden meydana çıkmıştır. Bu görüşü şiddetli savunucusu Georges Cuvier (1773-1838) desteklemiştir. Jeolojik zamanın genç dönemlerde mamut soyunun tükenmesi sonrasında insanın ani ortaya çıkışı ile bu iki örnek arasında kesin bir sınırın oluşu, burada bir olayın meydana geldiğini işaret etmektedir. Bu da bir katastrofi diğer değişle bir tufan ya da gezegene çarpan bir kometin sebep olduğu yok oluştur.

Dünya da ani yok oluşlar söz konusudur. Örneğin, çok büyük bir heyelan ya da bir tsunami, deprem veya volkan patlamaları gibi ani olan olaylar kısa zamanlı çevresel yokoluşlara sebep olabilmektedir. Bu olaylar günümüzde olduğu gibi milyonlarca yıl önceleri de gezegenimizde olmuştur (Güncelcilik-Aktüalizm). Çok daha büyük boyutlu gezegen çapında katastrofik olaylar Yer'in tarihinde bilinmektedir. Örneğin Permo-Triyas arasında ve Kretase-Tersiyer arasındaki küresel boyuttaki yok oluşlar katastrofi için önemli örneklerdir.

Radyoaktivite-Mutlak yaş

Radyoaktivite keşfedilmezden ve de kayaların yaşlandırılmasında kullanılmazdan önce jeolojide bağlı yaşlar kullanılıyordu. Örneğin Steno'nun en altta bulunan tabaka dizisi yaşça en üstekilere göre daha yaşlıdır. Öyleyse bu tabaka içinde bulunan fosiller için de aynı çıkarımda bulunmak doğru olacaktır. Ancak buradaki zaman aralığı hakkında kesin bir şey söylemek imkânsızdır. Radyoaktivite ile bu sorun çözülmüş görülmektedir. Bu tip mineralleri içeren kayaları dolayısıyla içindeki fosilleri de tarihlendirmek mümkündür. Günümüzde gelişen teknoloji kayaların yaşlandırılması için başka kesin çözümler de üretmiştir. Örneğin termo lüminesans ya da elektron spin rezonans veya kuvars yaşları ya da kozmik yaşlar kesin yaş verileri olarak evrimin vazgeçilmezi olan zamanı da bilinmez olmaktan çıkarmıştır. Bu yöntemleri kullanarak alınacak mutlak yaşlardan yararlanarak daha sağlıklı çıkarımlar yapmak de mümkün olabilmektedir. Örneğin, zaman çizelgelerinde jeolojik kat yaşları evvelden

fosillere bağılyken ve yuvarlak sayılar ile temsil edilirken. Günümüzde izotop yaş tayinleri bu yaşları çok daha kesin rakamlar şeklinde verebilmektedir.

Kıtaların hareketi, Kara Köprüleri ve Evrim

Gezegelimizin tarihinde dünya coğrafyası günümüze kadar durmaksızın değişmiş ve değişmektedir. Bu dinamik bir gezegende kaçınılmazdır. Bu dinamizimi üç büyük zaman dilimi içinde üç büyük kıta-okyanus şekillenmesi ile anlatabiliriz.

- Kıtaların bir araya gelmesi: Karalar dönemi (Pangea) - *Paleozoyik*
- Kıtaların birbirlerinden ayrılması: Okyanuslar dönemi (Tetis ve diğerleri)-*Mesozoyik*
- Kıtaların birbirine yaklaşması: Kara Köprüleri Dönemi-*Senozoyik*

Kıtaların şekillenmeye başlamasıyla konveksiyon akımlarının etkisi ile kıtalar ya da kara parçaları yer değiştirecek, gezegen bu dinamizimini milyarlarca yıl sürdürecektir, bir kıta bazen kutup bölgelerinde yeraldığı gibi bazen de ekvator enlemleri üzerinde bulunabilecektir. Bu hareketlilik ve değişim, coğrafyaya beraberinde yaşamın evrimini ve çeşitliliğini getirecektir. Kıtaların hareketi ile canlılığın evrimi arasında önemli bağlantılar vardır.

Kıtaların bir araya gelmesi—Karalar dönemi (Pangea) - *Paleozoyik*

Paleozoyik dönemin sonlarına doğru tüm kıtalar bir araya gelmeye başlar. Dünya coğrafyasına genelde baktığımızda iki önemli kıta dikkati çeker. Güney kıtalarının (Antartika, Güney Amerika, Madagaskar, Afrika, Avustralya, Yeni Gine gibi) bir arada bulunduğu *Gondvana* ve ekvator bölgesi ile onun biraz daha kuzey enlemlerindeki *Lavrasya* (Kuzey Amerika, Sibirya, Baltika, Kazakistan, Kuzey Çin) kıta topluluğu. Bunlar 1. zamanın sonuna doğru tek bir kıta halini alacak ve dünya kıtası *Pangea* meydana gelecektir. Onu da dünya okyanusu olarak *Pantalassa* çevreleyecektir. Kıtalar döneminde canlılar âleminde önemli gelişmeler ve değişiklikler dikkati çeker. En önemlisi kıtalarda hiç bir yaşam yokken erken Devoniyen döneminin ortalarında bitkiler karalara çıkarak bu boş alanları işgal edecektir. Bu işgalin ilk öncüler ilkel vasküler Psilofitlerdir. Daha sonra Devon dönemi süresince vasküler bitkilerin gelişimini devam edecektir. Bu işgal o kadar çok ileri gidecektir ki Devon ve Karbonifer döneminde dev boyutlu ağaçlar özellikle eğrelti otları ve Atkuyrukları tüm kıtaların tropikal-subtropikal bölgelerini hemen hemen kaplayacaktır. Günümüzün taş kömürleri bu ormanların eseridir.

Bu aktualizm için güzel bir örnektir.

Denizlerde omurgasızlardan yarı omurgalı ve sonrasında omurgalıya geçişler ve ilk omurgalı sınıfı balıkların oluşumu. Balıkların Devon döneminde evrimleşmelerinin ardından tatlı sularda gelişmeleri ve sonrasında lob yüzgeçlilerin bu evrimleşmeye katılmalarıyla karaya çıkış için geçiş formlarının oluşu ve sonrasında ilk tetrapodların kara yaşamına amfibi (iki yaşamlılar) olarak uyum sağlamalarını Karbonifer döneminin nemli, ormanlık ve bataklık ortamlarında görüyoruz.

Karaya çıkış için son zamanlarda yapılan önemli fosil keşiflerinin başında Geç Devoniyen (385-359 Milyon yıl önce) de yaşamış *Tiktaalik* (Yok olmuş Sarcopterygian) fosillerinin bulunmasıyla balık-amphibi geçişlerinin önemli bir halkası da tamamlandı.. Çok daha önceleri yine geç Devoniyen'i temsil eden *Ichthyostega* balık-amphibi geçişlerini simgeleyen önemli geçiş fosillerinin arasında en eskisi olarak bilinmektedir.

Karbonifer dönemi gerçek amfibilerin çeşitlendiği zamandır. Dönemin sonuna doğru bu sefer reptillere geçiş formları bataklıklardan kara ortamlarına doğru bir gelişim gösterecektir. Geç Karbonifer de aynı zamanda reptil benzeri amfibiler yayılmaktadır. Bunlar amfibi ve sürüngen karakterlerini bir arada bulunduran formlardır. En önemlisi bataklıklarda yaşayan 2-25 m uzunluğunda *Proterogyrinus* dur. Reptil karakterlerini çok daha fazla içeren diğer bir geçiş formu bataklık ağaçlarında yaşayan *Hylonomus*, bu dönem geçiş formları arasında en iyi bilinenler arasında yer alır. *Proterogyrinus* gibi

avcı özelliği olan *Hylonomus* bataklıklardaki dev kız böcekleri ve iri arthropodaları avlayarak beslenmektedir. Omurgalılardaki bu süratli gelişim ve değişim Paleozoyik sonuna kadar devam edecektir.

Pangea'nın parçalanmasına kadar geçen 291 milyon yıl süre içinde gezegenin biyolojik çeşitliliği artmış evrim süratlenmiş omurgasızların tümü, omurgalıların da 3 büyük sınıfı evrimleşerek dünya yaşamına katılmışlardır. Bitkiler aleminde ise çiçekli bitkilerin ve palmyelerin dışında tüm bitki grupları evrimleşerek ormanları oluşturmuşlardır.

Kıtaların birbirlerinden ayrılması —Okyanuslar dönemi (Tetis ve diğerleri)-Mesozoyik

Permien döneminin sonunda gezegen, dinazorları yok eden büyük yok oluştan daha büyük bir yokoluş (katastrofi) ile karşı karşı kalır. Tüm geçiş formları ortadan kalkar. Denizel biyoçeşitliliğin %96'sı ve karasal canlıların %70'i yok olur.

Gezegenin kendisini toplaması için oldukça uzun bir zaman geçecektir. Omurgalıların sınıfında 1. Zamanın sonuna doğru evrimleşmeye başlayan reptiller, parçalanmaya başlayan Pangea ile birlikte evrimleşmeye ve çeşitlenmeye başlayacaktır. Artık gezegenin tek hakimi vardır, o da denizde, karada ve havada üstünlük sağlayan biyolojik güç sürüngenlerdir. 2. Zamanın erken dönemlerinde küçük dinazorlar, Jura ve Kretase'de dev boyutlara ulaşır. Jura ortaları ve sonları ile erken Kretase yepyeni bir omurgalı sınıfının gelişimine tanık olacaktır. Geçiş formu *Archaeopteryx* ve tüylü dinazorların keşfi kuş sınıfının ortadan kalkmasına sebep olacak, yeni sınıflamada artık kuşların yeri olmayacaktır. Kretase sonları omurgalıların en gelişmiş sınıfı memelilerin ilk ortaya çıktıkları dönemdir. 65 milyon yıl önceki büyük yok oluş sonrası dev sürüngenlerin yerini Senozoyik'te memeliler alacaktır.

Tetrapodların evrimleşmesi ile birlikte gezegende karalar veya kıtalar arası bağlantılar ya da coğrafik engeller, canlılığın evrimine doğrudan etki eden önemli faktörlerdir. Mesozoyik'te dinazor kayıtları bazı karaköprülerinin oluşumunu belgelemiştir. Örneğin Ceratopsian'lar (boynuzlu Dinazorlar) Asya Kıtası'ndan Kuzey Amerika'ya Mesozoyik zamanda birkaç kez karşılıklı olarak geçtikleri fosil kayıtlarından anlaşılmaktadır. Boynuzsuz olan tipler geç Kretase'de Moğolistan'da yaygındır. Boynuzlu ve boynuzsuz olanların fosil kayıtları geç Kretase'de (99-65 Milyon yıl önce) K. Amerika'da bulunmaktadır. Ayrıca Avustralya ve Güney Amerika Kıtası'nın güney ucunda da bunlara ait fosil kayıtları vardır. Bu veriler başta kıtaların önceleri bir arada olduklarını açıkladığı gibi, bu hayvanların özellikle Bering Kara köprüsünü geç Kretase döneminde bir kaç kez kullandığını fosil buluntuları ve radyometrik yöntemlerle tarihlendirmeleri sonucunda kesinlik kazanmıştır.

Şikago üniversitesi dinazor paleontologlarından Paul Serano araştırmaları sonucunda Fas'ta bulunduğu dinazor fosillerine göre bunların Mesozoyik dönemde kuzey ve güney kıtaları arasında bazı karaköprülerini kullanarak göç ettiklerini tahmin etmektedir. Örneğin *Carcharodontosaurus saharicus* (Sahra'nın Köpekbalığı dişli sürüngeni). Güney Amerika'da bulunan *Ganotosaurus carolinii* ve Fas'da saptanan *Deltadromeus agilis* gibi. Kuzey Amerika ve Afrika dinazorları her iki kıta arasında halen var olan Cebelitarık benzeri (Kuzey Afrika-İspanya) karaköprüsü ile birbirleriyle zaman zaman bağlantıda olmuşlardır.

Antartika kıtasında'da Mesozoyik döneme ait dinazor kayıtları vardır. Özellikle Ördek gagalı (duck-billed) dinazor toplulukları Güney Amerika-Antartika arasındaki karaköprüsü ile Kretase döneminde güneyden kuzeye göç etmişlerdir.

Mesozoyik'te reptillerin yanı sıra amfibilerin de kullandığı karaköprüleri bulunmaktadır. Ender olarak bazı amphi bi türleri Mesozoyik köprülerinin varlığını ortaya koyabilmektedir. Bunlardan en yeni bilineni menekşe renkli yeni bir kurbağa türünün Hindistan'da keşfedilmesiyle ortaya çıkmıştır (Biju, S. D. ve Franky Bossuyt, 2003). Bu şişman ve menekşe renkli amphi bi türü DNA analizlerine göre 175 milyon yıl önce dinazorlarla birlikte yaşamaktadır.

Hintli S.D. Biju ve Belçikalı Franky Bossuyt güney Hindistan'da yeni bir kurbağa türü *Nasikabatrachus sahyadrensis*'i keşfeder. Buluntu yeri Madagaskar Adası'nın yakınındaki Seyşel Adaları'na 3000 km uzaklıktadır. Türün kuzenleri ise Seyşel Adaları'nda yaşamaktadır. Önemli bir

soru akli kurcalamaktadır. Bunlar yüzemeyeceğine göre Hindistan’a nasıl gelmişlerdir? Akla gelen ilk cevap kıtaların hareketleridir. Bilim adamlarına göre bu kurbağanın ataları olan iki familya Sooglossidae ve Nasikabatrachidae Gondvana’da kökenlidir. 200 milyon yıl önce Pangea parçalanmaya başladığında kıtalar geniş okyanuslarla birbirinden ayrılmış, Hindistan Asya ya çarpıncaya kadar ki uzun yolculuğunda Afrika kıtası ile zaman zaman bağlantılı kalmıştır. 160 milyon yıl (orta Jura sonları) önce Hint Plakası, Seyşel Adaları kara köprüsü ile Madagaskar’a bağlıdır. Kretase dönemi sonlarına doğru her iki kurbağa ailesi Hindistan-Madagaskar-Afrika ve Asya kıtalar arası karaköprülerini kullanarak kıtalar arası geçişleri yapacaklardır. Genetik çalışmalar iki familyanın 130 milyon yıl önce (erken Kretase ortaları) birbirinden ayrıldığını belirtmektedir.

Kıtaların birbirine yaklaşması: Karaköprüleri Dönemi *Senozoyik*

II. büyük yok oluştan sonra gezegenin en büyük okyanusu Tetis yavaş yavaş kapanma sürecine girecektir. 50 milyon yıl önce Hint Levhası’nın Asya Kıtasına çarparak eklenmesiyle her iki kara arasındaki Hindopasifik Okyanusu tükenmeye başlayacak ve bu bölgede karaköprüleri oluşacaktır. Eosen döneminde yitirilen okyanuslara diğer bir örnek de Asya kıtasında Yer’in en büyük coğrafik engellerinden biri Turgai Okyanusu’nun Eosen döneminde yok olmasıdır. Bering Karaköprüsü ile Kuzey Amerika’dan Asya ya geçen memeli faunasının uzun süre bu okyanus nedeniyle daha doğuya Avrupa ya doğru gidememiş olması memeli evrimine o dönem için önemli bir engel oluşturmıştır. Eosen memeli toplulukları bu engelin kalkmasıyla Avrupa’ya yayılarak çeşitlenir. Bundan sonraki dönem Oligosen iri memelilerin zamanı olarak bilinir. Özellikle Proboscidae, Rhinocerotidae... önemli gruplardır.

Fosil kayıtları Avrupa’dan güneye Dinaridler yolu ile Trakya üzerinden Anadolu’ya bu dönemde (33-23 Milyon yıl önce) önemli memeli göçleri olduğunu belirtir.

Miyosen dönemi (23-5 Milyon yıl önce) Yer’in tarihinde kara köprülerinin varlığı olarak bilinir. Atlantik ‘ten doğuya uzanan Tetis Okyanusu 2. kez coğrafik bir engelle bölünecek, batıda Akdeniz doğuda ise Hindopasifik Okyanusu ismini alacaktır.

Miyosen’in erken zamanlarında Arabistan Yarımadası Anadolu plakasıyla çarpışır. Aradaki deniz (Bitlis Okyanusu) tükenmeye başlar. Oluşan kara köprüsü Asya memeli topluluklarını İran üzerinden ve Afrika üzerinden Anadolu’ya taşıyacak, önemli ölçüde Afrika kökenli memeli toplulukları Anadolu’da yerleşecektir.

Bu arada diğer bir karasal bağlantı da jeoloji tarihinde bir kaç kez karaköprüsü görevini üstlenmiş Cebelitarık bölgesidir. Bu geçiş yeri Miyosen sonu ve Pliyosen de birçok Afrika memelisinin Avrupa’ya geçmesine olanak sağlamıştır. Bölgesel tektonizma ve özellikle Messiniyen krizi, bu bölgede önemli coğrafik değişiklikler yaparak karaköprülerinin oluşumuna olanak sağlamıştır. Dünya Miyosen’den sonra soğuma sürecine girecektir. Neojen’in son dönemi olan Pliyosen (5–2 Milyon yıl önce) de İki Amerika Kıtası’nının Panama Bölgesi’nde kara bağlantısı dikkati çeker. Kıtalar arasında çift yönlü memeli göçleri bu zaman içinde gerçekleşecektir. Her iki kıta arasındaki bağlantı tarihinde önemli olayların kayıtları vardır. İklimde, ortamsal koşullarda, biyolojik çeşitlilikte yaptığı değişiklikler bu bölgedeki levha hareketlerinin sonucunda gerçekleşmiştir. Bu tarihte meydana gelen olaylara kısaca değinelim;

20 milyon yıl önce erken Miyosen’de Panama Kanalı bugünkü gibi Atlantik ve Pasifik okyanus sularının serbestçe karıştığı bir bölgedir. 15 milyon yıl önce Miyosen’in ortalarında Karayip ve Pasifik levhalarının çarpışması sonrasında oluşan deniz altı volkanizması bölgede birçok küçük volkanik adanın meydana gelmesine neden olur. Her iki plakanın hareketi bölgeyi su üstünde bırakacaktır. 3 milyon önce erken Pliyosen döneminde adalar civarındaki akıntı sistemlerinin oluşturduğu çökel toplulukları iki büyük kıtayı birbirine bağlayacak ve böylece her iki okyanus birbirinden ayrılacaktır.

Kıtalararası bağlantı her iki kıta arasındaki memeli geçişlerini sağladığı gibi iklim ve çevre değişikliklerinin de sebebi olacaktır. Buradaki karaköprüsünün oluşumu o kadar önemlidir ki okyanus ve atmosfer döngülerinde büyük değişiklikler meydana gelecek, oluşan Golfstream akıntısı nedeniyle

kuzeybatı Avrupa 10 derece kadar ısınacaktır. Ayrıca biyolojik değişikliklerin başında her iki arasında çift yönlü göçler görülecek, opossum, armadillo güneyden kuzeye göç edecek, aynı şekilde ayı, kediler, atlar lamalar ve rakunlar karaköprüsünü kullanarak kuzeyden güneye gideceklerdir. Bu oluşum 60 milyon yıldan beri gezegende gerçekleşen en önemli jeoloji-biyoloji ve iklim değişimlerinden biri olarak bilinir. Miyosen'in sonlarına doğru 5.96–5.33 milyon yıl önce Messiniyen krizi olarak bilinen Akdeniz'in kısmen kuruması ya da çölleşmesi ve bir tuz çölü haline gelmesi sonucunda Atlantik Okyanusu ile Akdeniz'in bağlantısı *Cebelitarık Kara köprüsü* ile kesilir. Afrika kökenli birçok memeli grubu bu yolla Avrupa'ya yayıldığı gibi Asya'dan Avrupa'ya gelmiş olan Asya kökenli birçok topluluk da Afrika kıtasında yayılmaya başlayacaktır. Miyosen sonlarında bu kara köprülerini kullanan önemli birçok memeli topluluğu Messiniyen krizinden etkilenerek ve kısa süreli yok oluşlar bölgede görülecektir. Bu kısa süreli katastrofinin sonrasında küresel deniz seviyesi yükselmesi ile birlikte karaköprüsü işlevini yitirecek ve geçişler sona erecektir.

Gezegen milyonlarca yıl önce defalarca olduğu gibi 2 milyon yıl önce yeni bir buzul çağına daha girecektir. Son 10 bin yıla kadar Gezegen dört büyük buzul dönemi ile karşı karşıya kalacak bu süre içinde okyanus suları donacak, kutuplardan güney enlemlerine doğru yayılacak, Kuzey Amerika ve Asya'nın büyük bir kısmı buzullarla kaplanacaktır. Bu küresel anlamda okyanus su seviyelerinin düşmesi demektir. Bu da yeni kara köprülerinin oluşmasıdır. Örneğin Kuzey Amerika-Asya bağlantısını oluşturan Bering Karaköprüsü bu konuda ünlüdür. Bu yolla aralarında insanın da olduğu birçok memeli bu köprüyü kullanarak kıtalararası göç edecektir. Buzul ve buzularası dönemlerde birçok kez kara haline gelen bağlantı bu göçleri olanaklı kılmış Asya-Kuzey Amerika arasında insanlık tarihi boyunca birçok göç bu yolla gerçekleşmiştir. Örneğin Kuzey Amerika yerlilerinin bu yolu kullanarak Asya'dan Amerika kıtasına geçtikleri bilinir. Milyonlarca yıl önce Dinozorların da bu yolu kullanarak Asya'dan Kuzey Amerika kıtasına geçtikleri gibi..

Son keşifler insanın çok daha güneylere Asya-Endonezya-Java bağlantısını kullanarak Sumatra'da yerleştiklerini açıklamaktadır. *Homo floridensis* bu konuda en yeni bilinen örnektir.

Anadolu'nun Evrimi

Küçük Asya, güneşin doğdu topraklar, insanlık tarihinin yanı sıra Yer'in tarihi içindeki oluşumu, geçirdiği evreler ve son olarak gezegenimiz'in önemli jeolojik olaylarının şekillendirdiği günümüzdeki coğrafyası Anadolu'nun evrimi; 30 milyon yıl önce 2. zamanın o meşhur Okyanusu Tetis'de birçok karaparcasının bir araya gelerek şekillenmesiyle başlar. Anadolu'nun güneybatı bölümleri o devasa kıta Gondvana'dan ayrılarak orta enlemlere kadar gelmiş ve yarım adanın bir kısmını oluşturmuştur. Kuzey kısımlarda örneğin Karadeniz'in dağlık kesimleri ise kuzey kıtası Lavrasya'ya aittir. Oligosen sonunda her iki kıtanın parçaları bir araya gelerek Anadolu'yu oluşturacaktır. Tetis'in kapanması (Afrika-Avrupa kıta ilişkisi) sonucu yükselen Alp-Himalaya orojenik kuşağı Anadolu şekillenmesinin önemli tektonik olaylarının başında gelir. Çok daha genç olaylar da bu şekillenmeyi günümüze taşıyacaktır. Örneğin, Arabistan Yarımadası'nın Anadolu'ya çarpması, meydana tektonik zonlar (KAF ve DAF) ın yanı sıra doğu Anadolu volkanları ve bunların faaliyetleri coğrafyada belirgin morfolojileri oluşturacak, önemli karabağlantıları meydana gelecektir.

Anadolu'nun memeli evrimi Oligosen sonlarından itibaren başlar. Bu konuda yapılan detaylı faunal çalışmalar Eosen'den beri bir memeli topluluğunun bu coğrafyaya yerleşmeye başladığını belirtmektedir. Ancak belirgin toplulukların geç Oligosen döneminde Kuzeyden Avrupa yolu ile geldiklerine dair kesin fosil kanıtları bulunmaktadır. 24 milyon yıl önce kuzeyde Alp sisteminin yükselmeye başlaması sonrasında, Anadolu Kara parçası ve bu sistem arasında Slovenya koridoru boyunca Dinarid-Palegon-Anadolu Kara Köprüsü meydana gelecektir. Asya'dan Avrupa'ya geçen memeli hayvanlar ki bunların arasında Carnivora, Rhinocerotidae, Rodenia, Lagomorpha ve benzeri memeliler bulunmaktadır. Bu karaköprüsünü kullanarak şimdiki Trakya'ya oradan da yeni yeni biçimlenmeye başlayan Anadolu'ya yayılacaktır. Bu döngü beraberinde gen akışını gerçekleştirecek, bu da yerleştikleri Anadolu topraklarında memeli evrimin çok daha süratlenmesini sağlayacaktır.

Oligosen sonlarında bu karaköprüsü gelişirken güneyde ise çok daha önemli başka bir kara köprüsü Arabistan ve Anadolu'yu birbirine bağlamaya hazırlanmaktadır.

23 milyon yıl önce gelişen bu bağlantı ile bu sefer Arabistan Yarımadası üzerinden Afrika kökenli Graffidae Felidae, Rhinocerotidae, Proboscidae ve diğer memeli grupları Afrika'dan yola çıkarak yeni oluşan kara bağlantıları ile Anadolu'ya yayılacaktır. Bu göç aralıklarıyla devam etmiş ve gruplar Avrupa'ya kadar yayılmışlardır. Bu savların doğruluğu Anadolu'nun birçok yerinde bulunan fosil kayıtlarıdır. Yapılan çalışmalar memeli göç yolları hakkında önemli bilgiler vermeye devam etmektedir.

Miyosen ve Pliyosen dönemi (23-2 milyon yıl önce) karaköprülerinin diğer memelilerin yayılışından çok daha önemli bir gelişim de, "atın evriminde" oynadıkları roldür. Turgai coğrafik engelinin ortadan kalkması ve sonrasında Avrupa ve Güneybatı karalara geçiş yolları, Cebelitarık ve Bering ile Panama karaköprüleri Equus'un belirgin bir evrim çizgisine ulaşmasına olanak sağlamıştır. Bu gelişimde Anadolu'daki memeli evrimini destekleyen fosil kanıtların yanında hemen hemen her buluntuda Equus'a ait fosiller dikkati çeker.

Canlılığın evrimi ile Gezegenimizin evrimi milyarlarca yıldır iç içe sürmektedir. Her ikisini de bir birinden ayırmak imkansızdır. Her ikisi de birlikte değerlendirilmelidir. Kıtalar milyarlarca yıldır hareket halindedir. Depremler, volkanlar bu hareketliliğin tipik örnekleridir. Yaşam da bu hareketliliğin içinde çok doğaldır ki durağan olamaz. O da değişecek ve evrimleşecektir. Kıtaları, karaları jeolojik zaman içinde yer hareketleri, iklim değişimleri etkinliğinde birbirine bağlayan doğal karaköprülerinin bu değişimde oynadıkları rol gezegen yaşadıkça devam edecektir.

Kaynaklar

- Demirsoy, A., 1992,** Yaşamın Temel kuralları. Omurgalılar /Amniyota (sürüngenler, kuşlar ve memeliler). Cilt III/ kısım II. 942 s. Metaksan AŞ. Ankara.
- Biju, S. D. ve Franky Bossuyt., 2003,** New frog family from India reveals an ancient biogeographical link with the Seychelles. *Nature* **425**, 711-713.
- Brusatte, S. & P. C. Sereno, 2005.** A new species of *Carcharodontosaurus* (Dinosauria: Theropoda) from the Cenomanian of Niger and its implications for allosauroid phylogeny. *Journal of Vertebrate Paleontology* 25: 40A.
- Demirsoy, A., 2001,** Yaşamın Temel kuralları. Omurgalılar /Amniyota Cilt III/kısım I. 684 s. Metaksan AŞ. Ankara.
- Dingus, L., 1995.,**The Halls of Dinosauria. American Museum of Natural Museum. 99p
- Harland, W. B, et al., 1989,** A Geological Time Scale, Cambridge Univ. Pres, Cambridge.
- Hsu, K. J. et al. 1977.** History of the Mediterranean salinity crisis. *Nature, London*, 267. 399-403.
- Hsu, K. J. et al., 1973.** Late Miocene desiccation of the Mediterranean. *Nature, London*, 242,N: 5395, 240-244.
- Hsu, K. J. 1972.** When the Mediterranean dried up. *Scientific American*. 227, 27-36.
- Maisey, J., 1996.,** The Hall of Vertebrate Origins. American Museum of Natural NY. Museum. 90 p.
- Motani, R., 2005,** Evolution of the fish-shaped Reptiles(Reptilia:Ichthyopterygia) in their physical environments and constrains. Annual review of Earth and Planetary Sciences 33, 395-420.
- Norel, M., Xu, X., 2005,** Feathered Dinosaurs. Annual review of Earth and Planetary Sciences 33, 277-300.
- Sakıncı, M., 1994,** Anadolu'ya ilk memeliler nasıl ve nereden geldiler: *CBT*, **363, 8-11.**
- Şen, Ş (ed.), 2005,** Geology mammals and environments at Akkaldagi, Late Miocene of Central Anatolia. Geodiversitas. 27 (4) Publications Scientifiques du Museum, Paris. 513-836.
- Şengör, AMC, 2004,** Yaşamın Evrimi Fikrinin Darwin Döneminin sonuna kadarki kısa tarihi. İTÜ yayınevi. 187 s.
- Şengör, AMC., 2000,** Jeolojik Takvim. Cogito (ek), 22, 3-47. Yapı kredi Kültür Sanat
- Şengör,AMC ve Sakıncı, M, 1995,** Canlı evriminin en çarpıcı kanıtı. İlk Kuş Archaeopteryx. CBT 456, 6-9. Yayıncılık.

Biyoloji Eğitiminde Moleküler Evrim

Prof. Dr. Haluk Ertan
İ.Ü. Fen Fakültesi
Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü
Biyologlar Derneği İstanbul Şubesi

Evrin Kuramı, diğer tüm bilimsel kuramlar içinde, insan yaşamını derinden etkilemiş ve gelecekte de etkileyecek, çok boyutlu bir bilgi bütünüdür. Evrim, geçmişte olup bitmiş, tarihsel bir olay olmayıp, tüm evreni, dünyamızı, doğayı ve yaşamı devamlı şekillendiren yani yaşayan bir olgudur. Bu özelliğiyle doğa bilimlerinden elde edilen sayısız bilginin harmanlanıp, birleşmesini sağlayan bir kuramdır.

Evrin kuramı kozmolojik, jeolojik ve biyolojik evrim kuramlarını içeren şemsiye niteliğinde bir kuram olduğu için örgün ve yüksek öğretimde ayrıntılı bir şekilde incelenmelidir. Yaşadığımız evren ve doğada, zaman içinde meydana gelen değişimlerin niteliğini anlamak için, bu şarttır. Fakat taşıdığı bilimsel öneme karşılık, evrim kuramının öğretilmesinde sorunlar bulunmaktadır. Bu bağlamda az bilinen ve en hatalı anlaşılmış kuramlar arasında yer alır.

Evrin kuramının dayandığı temel bakış açısını daha iyi anlatabilmek için kuramın ortaya atıldığı dönemde hem halk hem de doğa bilimciler arasında geçerli olan anlayış hakkında öğrencilerimize genel bir bilgi verilmesi gerekir. 17 ve 18. yüzyıllar, bilimsel ve felsefi düşüncede dikkate değer dönüşümlerin yaşandığı bir devri ifade eder. Yeni varsayımların ortaya konmasında artık, gözlem ve deney sonuçları temel alınmaya başlanmış, akıl yürütme ve sorgulama ise bilimsel yöntemin ana eksenine yerleşmeye başlamıştır.

Evrin kuramının yaratıcısı Lamarck

Evrin kuramının bilimsel nitelikli ilk taslağı, 1809 yılında, Fransız doğa bilimci Jean-Baptiste Lamarck tarafından önerildi. Lamarck dünyamızın statik bir yapı olmayıp, devamlı evrimleştiği düşüncesindeydi. Evrim uzun bir zaman diliminde ve aşama aşama oluşuyordu. Evrimde kesintiler ve ani sıçramalar meydana gelmiyordu.

Ona göre canlılar dünyasında basitten karmaşığa, ilkelden gelişmişe doğru düzenli bir değişim oluyordu. Evrimsel soyağacı tek hücrelilerden başlayarak, bitkiler, hayvanlar ve en üstte insanın yer aldığı bir gelişme dizgesi şeklindedir. Türler sabit yapılar olmayıp değişmektedirler. Yeni türler ortaya çıkarken bazıları yok olmaktadır.

Lamarck'ın söylediği bir diğer önemli nokta, canlılarda, ortam (yaşam) koşullarına adapte olma yönünde güçlü bir içsel potansiyel bulunduğudur. “İçsel duygu” vücutta fizyolojik bir uyarıcı gibi hareket ederek, biyolojik bir farklılaşmaya yol açıyordu. Bu potansiyelin itici gücü ise yaşam koşullarıydı. İleride kimi tezlerinde Darwin'i de kışkırtacak olan, kalıtım bilimi konusunda o günlerdeki bilinmezlikler, Lamarck'ın da peşini hiç bırakmayacak bir hata yapmasına yol açmıştı.

Statik evren anlayışı

Evrin kuramı görüldüğü gibi “değişim” olgusu üzerine yapılandırılan bir kuram olarak ortaya çıktı. Halbuki bu kuram ilk ortaya atıldığında geçerli olan düşünce, statik yani durağan bir evren, dünya ve doğa anlayışıydı. Bu yaklaşım köklerini, Musevilerin “Yaratılış Kitabı”ndan ve kimi antik çağ filozoflarının görüşlerinden alır. Evrenin temel yasası değişmezlik yani sürekliliktir. Canlı türleri sabit, değişmez birimlerdir. Bu bağlamda türler birbirlerinden ayrı ayrı yaratıldığı için, birbirlerinden evrimleşerek oluşmaları söz konusu değildir. Canlılar, ilahi yaratılışın yetkin varlıkları olduklarından, evrimleşme şeklinde bir değişim, bir uyarlanım geçirmelerine gerek yoktur. Nuh Tufanı gibi, toplu yok oluş veya toplu yaratılışın gerçekleştiği büyük ölçekli değişiklikler ancak, doğaüstü bir gücün müdahalesi sonucu meydana gelir.

Değişen evren anlayışı

Evrin kuramı bunun tam tersi bir dünya görüşünün ifadesidir. Kuramdaki değişim ilkesi canlılar dünyasına uygulandığında biyolojik evrim düşüncesine varılır. Bu durumda evrim kuramı, “*zaman içinde yani soylar boyu bir canlı topluluğunun biyolojik (genetik) özelliklerinde meydana gelen değişimdir*” şeklinde tanımlanabilir. Kuramda yer alan iki önemli olgu Darwin tarafından ortaya atılmıştır. Bunlardan ilki, popülasyon düşüncesidir. Kısaca “bireyler evrimleşmez, evrimleşen canlı topluluklarıdır” şeklinde ifade edilmiştir. İkincisi

ise bir türü oluşturan bireyler arasında büyük bir biyolojik çeşitlilik olduğudur. Bu nedenle, evrim kuramının eğitimi verilirken, evrimin gerçekleştiği yapı olarak, popülasyonun değişim dinamiğinden ve bireysel çeşitliliğin kaynağından ayrıntılı bir şekilde söz edilmesi gerekir.

Populasyon olgusu

Populasyon olgusunun evrim kuramına girmesinin ne anlama geldiğini vurgulamak için, 20. yüzyılın başında Hardy ve Weinberg isimli bilimcilerin ortaya koydukları bir tezdin söz edilmesi yararlı olur. Biri matematikçi diğeri genetikçi olan bu araştırmacılar, yaptıkları istatistik ve deneysel çalışmalar sonucu;

- şayet bir canlı topluluğunda eşleşme rasgele oluyorsa,
- topluluktan dışarı ya da dışarıdan topluluğa göç olmuyorsa,
- mutasyon ve doğal seçim etkili değilse ve
- topluluk çok kalabalıksa,

bu topluluğun dengede olduğu bilgisine ulaşırlar.

Bu tezi çeşitli açılardan irdelemek olasıdır. Bunlardan biri şudur; şayet topluluğun biyolojik özelliklerini değiştirecek mekanizmalar ve etmenler devre dışı bırakılırsa, toplulukta bulunan biyolojik özelliklerin görülme sıklığı fazla değişmeyecektir. Daha önce belirtildiği gibi şayet populasyon dengede ise, evrim söz konusu olmayacaktır. Yani değişimin olmadığı yerde evrimleşme meydana gelmemektedir. Bir canlı topluluğundaki biyolojik özellikler genetik bilgi tarafından belirlendiği için nihayetinde değişimin meydana geldiği yer genetik maddedir. Evrimin dayandığı temel işlem, genetik çeşitliliğin oluşmasıdır. Bu bakış açısıyla, biyolojik evrim sürecinin hangi aşamalardan geçtiğinin anlatılması, öğrencilerimizin olayı kavramasına büyük katkı sağlayacaktır.

- Üreme hücrelerindeki genetik bilgide değişim
- Genetik çeşitliliğin oluşumu
- Organizmanın biyolojik özelliklerinde değişim
- Seçim baskısı gösteren faktörün etkisi
- Uygun özelliklere sahip bireylerin doğal seçimi
- Seçilenlerin hayatta kalması, döl vermesi
- Dölün hayatta kalması
- Seçilen özelliğin soylar boyu toplulukta yayılması
- Diğer mekanizmaların da katılımıyla topluluğun genetik özelliğinde değişim
- Evrim

Bu açıdan evrim kuramı öğretilirken öğrencilerimize öncelikle genetik çeşitlilik üzerine etkili olan mekanizma ve etmenlerden söz edilmesi gerekiyor. Zaten Charles Darwin ve Alfred Wallace bu mekanizmalardan ilki olan “Doğal Seçim” i ortaya koydukları için evrim kuramındaki görkemli konumlarına yerleşmişlerdi. Onlardan sonra birçok yeni mekanizma listeye eklenerek, kurama büyük destek sağlandı. Bu mekanizmaların her biri somut örnekler verilerek açıklanmalıdır.

Doğal seleksiyon
Göçler
Coğrafi yalıtım
Genetik sürüklenme
Mutasyon
DNA tamir mekanizması
Transpozonlar
Virüsler
Yatay ve dikey gen transferleri
Plazmitler
Mayoz ve mitoz bölünme süreçleri

Replikasyon Rekombinasyon

Bu listede yer alan olguları değişik ölçütlere göre gruplandırmak ve değerlendirmek olası. Örneğin bu işlemlerden bazıları DNA'daki genetik bilgide değişiklik yaparken yani birey bazında çeşitlilik yaratırken, bazıları doğrudan topluluğun genetik yapısında yani gen havuzunun bileşimini değiştirmede etkili olur. Mutasyon ve transpozonlar ilk gruba girerken, göçler ve gen transferleri ikinci grupta yer alırlar. Aynı şekilde doğal seçim ve eşeyli üreme gibi işlemler genetik çeşitliliği azaltırken, rekombinasyon, plazmit ve virüsler genetik çeşitliliği artırır.

Doğal Seçim

Doğal seçim ilk saptanan evrim mekanizmasıdır. Evrimleşmede yaygın olarak iş gören çok etkili bir mekanizmadır. İki aşamalı bir süreçtir. İlk aşama topluluk içinde bir genetik çeşitliliğin varlığını zorunlu kılar. Ortada böyle bir çeşitlilik yoksa yani seçilimin yapılacağı bir farklılık yoksa ikinci aşamaya geçilemez. Çeşitlilik varolduğunda, topluluk üzerinde baskı yaratan somut bir koşulun seçim etkileri çalışmaya başlar. Son kademedeki canlıya yaşama mücadelesinde katkı sağlayan avantajlı özelliğin topluluktaki kalıcılığı gerçekleşir. Doğal seçimde ayıklanma çok fazladır. Bu nedenle meydana gelen yavru sayısı hayatta kalandan çok çok fazladır. Örneğin yüz deniz kaplumbağası yumurtasından ancak biri hayatta kalmaktadır. Elenen bireylerdeki genetik çeşitlilik bir sonraki jenerasyona aktarılamadığı için, doğal seçim, çeşitliliği azaltıcı bir mekanizma olarak kabul edilir.

Seçim baskısı yaratan etmen

Seçim (ya da ayıklama) baskısı uygulayan etmen bir avcı olabileceği gibi, örneğin kuraklık, hastalık, açlık, gibi bir ortam koşulu da olabilir. Bu etmen aslında yaşam tehdidi yaratan her şey örneğin yapay bir neden de olabilir. Nükleer reaktör kazası sonucu ortama yayılan radyasyon, gemi ve uçak kazası ya da kötü yapılaşmayla bağlantılı olarak deprem de bu şekilde değerlendirilebilir. Etmenlerden bazıları görüldüğü gibi oluşan genetik çeşitliliğin bireye sağladığı hayatta kalma ve dövl verme avantajının kullanımına olanak vermektedir. Örneğin, açlığa ve susuzluğa daha dayanıklı bireyler veya türler böyle bir sorun olduğunda diğerlerine oranla daha avantajlı olacaklardır. Bazı sürüngenler aylarca su içmeden yaşayabilirken, amfibiler kuraklığa dayanıksızdırlar. Bazı türler uzun süre yemek yemeden yaşamlarını sürdürebilirken birçok memeli en fazla birkaç haftalık açlığa dayanabilir.

Kazalar gibi kimi durumlarda ise, tamamen şansa bağlı, rasgele bir ayıklanma söz konusudur. Burada biyolojik çeşitliliğin bir etkisi bulunmaz. Yolda yürüyenler tarafından karıncaların hangisinin ezileceği hangisinin hayatta kalacağı bu tip seçilime örnektir.

Biyolojik çeşitlilik genetik çeşitliliğe dayanır

Biyolojik çeşitliliğin evrimsel açıdan en önemli özelliklerinden biri, aynı topluluk içinde bulunan yani aynı türe ait bireyler arasında olanıdır. Örneğin bir derslikte soğuk algınlığı virüsüyle infekte olmuş bir öğrencinin bulunması, kısa sürede hastalık etmeninin derslikteki herkese bulaşmasına neden olur. Fakat tüm öğrenciler virüs aldığı halde kimi yatak-döşek hasta yatarken, kimi ayakta geçirir. Bazı öğrenciler ise hiç hasta olmadan bu salgını atlattırlar. Çünkü saçımız, boyumuz, deri rengimiz gibi moleküllerimiz arasında da küçük farklılıklar bulunmaktadır. Bunlar, virüslerin solunum yolunu döşeyen epitel hücrelerimizin içine girmek için kullanacakları hücre yüzeyinde yer alan alıcı moleküllerindeki farklılıkları da içerir. Ya da bağışıklık sistemi ilgili virüse karşı kimi bireylerde daha duyarlı ve etkilidir. İşte mevcut çeşitlilik içinde, viral salgına karşı bireylere avantaj sağlayan özelliklerin, bir sonraki soya kalma olasılığı çok daha yüksek olacaktır. Salgının öldürücü olması durumunda seçilen özelliğin evrimsel açıdan önemi daha da artacaktır.

Bir kez daha yinelemek gerekirse, topluluğu oluşturan bireylerin taşıdığı genetik çeşitliliğin oluşumu tamamen tesadüfe bağlı olarak meydana gelmektedir. Örneğin bu çeşitliliği oluşturan mekanizmalardan biri olan mutasyonun, kalıtsal maddenin neresinde, ne zaman ne boyutta meydana geleceği tamamen rastlantısalıdır. Fakat doğal seçilimin ikinci aşaması belli bir koşula (gerekliliğe) bağlı olarak gelişmektedir. Doğal seçilimin bu özelliğinin öğrencilerimize iyi anlatılması gerekir.

Doğal seçilimin püf noktaları

Bu konuyla ilgili vurgulanması gereken önemli bir nokta daha vardır: Doğada sahip olunan hiçbir biyolojik özelliğin onu taşıyan bireye mutlak bir yaşama garantisi vermesi söz konusu değildir. Örneğin zürafanın uzun boynu ve ayakları, diğer hayvanların ulaşamayacağı yerlerdeki taze yaprak ve filizlere ulaşmasında bir katkı sağlayabilirken aynı özellik, su içerken avcılara karşı onu çok savunmasız bir durumda bırakabilmektedir. Virüs salgınına karşı direnç sahibi olan bir bireyin bu özelliği, onu daha basit bir nedenden yaşamını kaybetmesine engel olmayacaktır.

Bunlara ilaveten doğal seçim içinde yer alan hayatta kalacak olandan daha fazla döl verilmesi, varolma savaşı vb. olguların da bilimsel anlamları ve kuramdaki yerleri vurgulanmalıdır. Doğal seçimin bu çok boyutlu özelliğinin öğrencilere iyi kavratılması gerekir.

Doğal seçim, evrimin bir amacı veya bir hedefinin bulunmadığını en iyi anlatan olgulardan biridir. Bu açıdan evrim, mükemmelleşmeye ve yüce varlıkların yaratımı yönünde canlıları şekillendiren bir mucize plan değildir. Evrimleşme sonunda sadece, organizmaların yaşam çevrelerine daha iyi uyum sağlamaları gerçekleşir. Tüm olan biten bundan ibarettir. Tanınmış evrimci Stephen Jay Gould'un dediği gibi *"Bir asalağın 'soysuzluğu' bir ceylanın sekişi kadar kusursuzdur"*.

Replikasyon hataları

Tüm canlılarda kalıtsal yani genetik madde olarak iki molekül bulunur. Bunlar kısaca DNA ve RNA olarak bilinen nükleik asit molekülleridir. Canlıların büyük bir bölümünde bulunan genetik madde DNA'dır. Bir organizmanın varlığını sürdürebilmesi, onun çoğalabilmesine bağlıdır. Bir hücreden yeni bir hücre oluşurken soyun devamlılığı için kalıtsal maddenin bir tamamlayıcı kopyasının sentezlenmesi gerekir. Bu kopya yeni yavru hücrelere geçecektir. Yüksek organizasyonlu canlılar söz konusu olduğunda, yeni oluşan hücre bir vücut hücresi veya bir üreme hücresi olabilir.

Üreme hücrelerinin oluşumundaki işlemler evrimsel açıdan belirleyici olanlardır. Sentezlenen yeni molekülü oluşturan dört ayrı çeşit yapıtaşının moleküldeki sırası genetik bilgiyi oluşturur. Genetik molekülün kopyasının çıkarılmasında iş gören iki enzim vardır. DNA ve RNA polimeraz. Bu enzimler mevcut DNA veya RNA molekülünü kalıp olarak kullanarak yeni molekülü buna tamamlayıcı olarak sentezler. Bu yolla genetik bilgi yeni moleküle aktarılmış olur. İşlemin doğru yapılması bu enzimlerin hassas çalışmasına bağlıdır. Fakat adı geçen polimerazlar, özellikle de RNA polimeraz enzimi, işlerini yaparken kimi zaman hata yaparak, moleküle yanlış yapıtaşının eklenmesine neden olurlar. Bu hata yeni moleküldeki genetik bilginin küçüğe olsa değişmesine neden olur. Bu tip hatalar her sentez işleminde kaçınılmaz bir şekilde meydana gelir. Hatanın sonuçlarının evrimsel açıdan önemi, meydana geldiği kromozom bölgesine ve organizmaya göre farklı olur. Değişim genellikle nötr'dür yani olumlu ya da olumsuz bir etki göstermez. Bir kısmı ise zararlı etkilerde bulunur. Çok küçük bir kısmı ise organizmaya yaşam mücadelesinde katkı sağlayacak bir değişmeye neden olur. Böylece belli bir organizma ya da organizma grubunun bulunduğu ortama daha iyi uyumunu sağlayacak bir gen çeşidinin oluşması mümkün hale gelir.

Rekombinasyon

Rekombinasyon, üreme hücrelerinin oluşumundaki bir diğer aşamasında gerçekleşir ve ana ve babadan gelen kromozomların benzer olanlarının yan yana gelerek, birbirlerinden parça alı-verişi yaptığı işlemidir. Bu sayede yeniden bir karışım işlemi gerçekleşerek yeni genetik bilgiye sahip DNA molekülleri yani kromozomlar oluşur. Üreme hücreleri ana ve baba kromozomlarını ama birbirine karışmış mozaik formlarını taşırlar ve genetik açıdan birbirlerine benzemezler. Diğer bir ifadeyle, meydana gelen her sperm ve yumurta hücresi, farklı bir genetik bilgiye sahiptir. Bu tip üreme hücrelerinin birleşmesiyle genetik açıdan ana-babanın tamamen aynısı olmayan yavrular meydana gelir. Eşem hücrelerinin de birbirleriyle rasgele birleştiği göz önüne alındığında eşeyli üreme sürecinin genetik değişime büyük katkı sağladığı görülür. Böylece topluluğu oluşturan bireyler arasında büyük bir çeşitlilik ortaya çıkar. Fakat bu işlem sırasında mutasyondan farklı olarak yeni bir gen çeşidi oluşmaz. Sadece mevcut genlerin yeniden karılması, yeni kombinasyonlarının oluşumu gerçekleşir. Teknik bir ifade ile gen çeşitliliği yerine, topluluktaki genotip çeşitliliği değişir.

Rekombinasyon hataları

Rekombinasyon işleminde kimi zaman hatalar oluşur ve parça alışverişinde dengesizlik meydana gelir. Örneğin iki kromozomun aralarındaki parça değişimi sırasında, biri parçasını diğerine verirken diğerindekinin değişimi gerçekleşmez. Bu durumda eşitsiz bir değişim olur. Bir kromozom kısa diğeri uzun kalır.

Aynı şekilde farklı bir rekombinasyon işlemi sonunda bir genin alelinin diğerine dönüşümü de gerçekleşebilir. Gen dönüşümü olarak adlandırılan bu işlem birçok organizmada sıkça meydana gelir. Rekombinasyon hataları sonucu, eski haline göre azalmış ya da artmış gen içeriklerine sahip farklı kromozomlar oluşur.

Tüm bu olaylara bakıldığında, rekombinasyonun da evrimsel açıdan rastlantısal olarak meydana gelen bir işlem olduğu görülür.

Gen duplikasyonu ve yalancı genler

Genetik işlemlerdeki hataların evrimsel açıdan çok önemli olan bir çeşidi daha vardır. Gen duplikasyonu ile, bir genin ikinci bir kopyası çıkarılır. Gen ikizlemesi olarak da adlandırılabilen bu işlem sonucu, yeni oluşanla birlikte ata (orijinal) genin ayrı birer evrimsel değişim süreci yaşama şansı doğar. Yeni oluşan kopya gen, kendiliğinden oluşan mutasyonlarla çoğunlukla bozulur ve taşıdığı genetik bilgiyi kaybeder. Bu durumda gen, “pseudogen-yalancı gen” haline döner ya da orijinal genden farklı yeni bir işlev kazanabilir. İşte evrimsel açıdan önemli olan bu ikinci gelişmedir.

Gen ikizlemesi üzerine deneysel çalışmaların yoğunlaştığı 1960’lı yıllardan günümüze kadar yapılan çalışmalar, yeni genlerin ve yeni fonksiyonların en önemli kaynağının, bu mekanizma olduğu saptanmıştır. Bu sayede mevcut bir ata genin işlevine, yeni oluşan genlerde meydana gelen mutasyonlar sonucu, daha fazla çeşitlilik kazandırmak mümkün olmaktadır. Gen ikizlemesiyle özellikle yüksek organizasyonlu canlılarda birçok gen ailesinin oluştuğu belirlenmiştir. Örneğin memelilerde tek renkli, iki renkli, üç renkli, dört renkli vb. görmeyi sağlayan genler duplikasyon ile oluşmuşlardır.

Her tür kendinden önceki bir türden evrimleşirken, genler de kendinden önceki bir ata genden evrimleşerek çeşitlenmektedir. İnsan dahil omurgalıların genomunda binlerce duplike ve yalancı gen yer almaktadır. Örneğin memeli genomlarında 20 bine yakın yalancı gen saptanmıştır. Bu genlerin bazısının tekrar evrimleşerek, işlevsel genlere dönüştüğü kimi örnekler bulunmuştur.

Organizmaya özel durumlar

Şu ana kadar verilen bilgiler yüksek organizasyonlu yani ökaryotik canlılarda karşılaşılan durumlarla ilgiliydi. Bunlar diploid oldukları için her genden iki takım içerirler. Bu açıdan genom dinamiği, haploid yani her genden bir takım içeren prokaryotlardan oldukça farklıdır. Örneğin bakteriler ve arkeler prokaryot canlılardır. Bunların genlerinde meydana gelen bir mutasyon büyük etki yapar ve bunu mikroorganizmanın özelliklerinde kısa sürede gözlemek olasıdır. Fakat ökaryotlarda her genden iki tane olduğu için, mutasyon etkisi daha azdır. Bundan daha önemlisi prokaryotlarda işlevsel genler hemen hemen tüm genomu kaplarken, ökaryotlarda genomun ancak bir kısmı bu tip genleri içerir. Genomun geri kalanı çöplük DNA olarak tanımlanır ve gerçek genler yani organizmanın biyolojik özelliklerine yansıyan bilgi içermezler. Bu açıdan bakteride meydana gelen genetik bir değişim bakterinin biyolojik özelliklerine büyük oranda yansır. Örneğin insan gibi ökaryot organizmalarda oluşan genetik değişimler daha önce vurgulandığı gibi büyük oranda işlevsel genetik bilginin olmadığı kısımlarda meydana geldiği için nötr yani etkisiz mutasyonlardır.

Toparlamak gerekirse, evrimsel sürecin farklı organizma grupları üzerindeki etkisi farklıdır. Çünkü genetik çeşitliliğe etki eden faktörlerin bu canlılardaki evrimsel sonuçları farklıdır.

Bu nedenle ünlü bir evrimci, replikasyon ve rekombinasyonun evrimdeki önemlerinden dolayı, evrimin “üreme sürecinde meydana gelen hataların bir sonucu” olduğu yargısına varmıştır.

Transpozonlar

Transpozonlar, genom içinde hareket edip yer değiştirebilen, çeşitli uzunluklardaki DNA parçalarıdır. Bunlara sıçrayan genler adı da verilmiştir. Hem prokaryot hem de ökaryotlarda bulunurlar. Bu DNA parçalarının genom içindeki sıçramaları sırasında girdikleri yeni bölgede aktif olarak ifade edilen bir gene rasgelmeleri, organizmanın yaşamında önemli olan bir özellikte değişime yol açabilir. Hatta transpozonların müdahale ettiği genin, diğer genlerin çalışmasını kontrol eden bir gen olması çok daha büyük boyutlu bir değişime yol açacaktır. Bu genetik değişim olumlu ya da olumsuz yönde bir etkisi olabilir. Transpozonların genom büyüklüğü ve yapısı üzerine kapsamlı etkileri olduğu için özellikle türleşmede belirleyici bir role sahip oldukları düşünülmektedir. Öğrencilerimize bu ilginç yapıların değişik tipleri ve hareket mekanizmaları anlatılmalıdır.

Moleküler Evrim Çalışmalarının Kurama Katkısı

Biyolojik evrim kuramının üç temel hedefi bulunur. Bunlardan ilki canlıların kökenini aydınlatmaktır. Köken sorusunda biyologlar, jeokimyacılar ve astrokimyacılar birlikte çalışırlar. İkinci hedef dünyamızdaki göz kamaştırıcı tür çeşitliliğinin nasıl oluştuğunu aydınlatmaktır. Bu sorunun yol açtığı bir diğer soru ise üçüncü hedefi oluşturur: Bu da soyu tükenmişler dahil olmak üzere dünyamızda varolan tüm canlıların aralarındaki gerçek yani doğal akrabalık ilişkilerini gösteren dev bir soy ağacının oluşturulmasıdır. Böylece tüm canlıların birbirlerinden ve en başta da ortak bir atadan evrimleştiğinin kanıtlanması hedeflenir. Geçmişte gerçekte neler olduğunun anlaşılması buna bağlıdır. “Ortak Ata” kavramını evrim kuramına sokan Darwin’dir. O birbirine benzer türlerin akraba olduğunu ve ortak bir atadan evrimleştiği kanısındaydı. Örneğin tüm memeliler ya da böcekler ortak bir memeli veya böcek ataya sahipti. Çok daha genel özelliklere gidildiğinde ise tüm canlıların ortak bir kökten geldiği tezine ulaşmıştı.

Canlılığın büyük soyağacının hazırlanması

Büyük yaşam ağacının hazırlanması, aynı zamanda çok eski bir tartışmanın sonlanması yönünde önemli bir gelişmedir. Bu, yazının başında vurgulanan, -türler birbirlerinden bağımsız bir şekilde yaratılıp, varlıklarını değişmeden mi sürdürmektedirler yoksa birbirlerinden mi evrimleşmişlerdir?- sorusunun yanıtıdır. Moleküler biyologların geçen yüzyılın ortalarından itibaren ortaya koydukları tutarlı bulgular, bu yönde oldukça yol kat edilmesini sağlamıştır. Bugün biyologların elinde artık çok güvenilir bir soyağacı taslağı bulunmaktadır. Mevcut ağaç, binlerce yıldır inanılanın aksine canlıların evrimsel ilişkilerinin, bir merdivenin basamakları gibi doğrusal bir sıralanma şeklinde, basitten karmaşığa doğru dizileme şeklinde olmadığını göstermiştir. Tüm canlılar arke, bakteri ve ökarya şeklinde tanımlanan üç ayrı hücre tipinden evrimleşmişlerdir. Örneğin arkeler hücre çekirdeği içermedikleri yani bakteriler gibi prokaryot oldukları halde, birçok özelliklerini bakterilerle değil ökaryotlarla yani yüksek organizasyonlu canlılarla paylaşıyorlardı. Günümüzde yaşayan tüm canlılar modern canlılardı ve her biri farklı bir hızda evrimleşiyordu. Klasik sınıflandırmanın yanıtlamakta güçlük çektiği birçok noktada moleküler filogenetik çalışmaları oldukça doyurucu açıklamalar getirmişti. Örneğin bir deniz memelisi olan balinanın ortak atayı paylaştığı yani en yakın akraba olduğu organizmanın, beklenenin aksine, bir su aygırı olduğu anlaşıldı. İki canlı grubunun sahip olduğu transpozonların ve süt proteinlerinin dizi analizi bu sonucu vermiştir. Böylece yaşayan bazı balina türlerinde ve fosillerinde gözlenen arka ayak kalıntılarına bir açıklama getirmek mümkündü. Balinalar büyük olasılıkla, kara yaşamından denize geri dönmüş bir kara memelisiydi. Aynı şekilde uzun yıllar bitki olarak kabul edilen ve botanik bilim dalı içinde incelenen mantarların temel biyokimyasal özelliklerinin hayvanlara daha yakın olduğu saptandı. Hücre duvarları aynı böcekler gibi kitin içeriyor ve karbonu hayvanlar gibi glikojen şeklinde depoluyorlardı. Moleküler filogenetik özellikle büyük güçlük yaşanan on binlerce mikroorganizma ve omurgasızın sınıflandırılmasında büyük katkı sağlamıştır.

Bu filogenetik soy ağacı, anatomi, morfoloji, paleontoloji, fizyoloji, genetik, biyokimya, mikrobiyoloji, ekoloji, jeokimya, jeoloji, sistematik vb. bilim dallarından gelen sayısız verinin harmanlandığı dev bir yapı şeklinde gün be gün yükselmektedir. Evrim kuramının doğa bilimlerini birleştiren şemsiye niteliğinde bir kuram olduğunun en önemli kanıtı bu çalışmada görülür. Bu çalışmalar öğrencilerimize iyi anlatılmalıdır. Gerçek doğa tarihini kavramanın en güvenilir yolu budur.

Protein, DNA ve RNA dizi tayinleri

1950’li yılların ortalarından itibaren araştırmacılar, bazı makromolekülleri meydana getiren yapıtaşlarının dizi analizini yapmaya başladılar. İlk olarak farklı hayvanların insülin hormonunun amino asit dizisi belirlendi. Sanger ve arkadaşlarının yaptığı çalışmalar, birbirine yakın akraba olan canlıların amino asit dizilerinin birbirine daha çok benzediğini yani homoloji gösterdiğini, uzak olanların dizilerinin ise daha az homoloji gösterdiğini ortaya koydu. Bu bir kişinin moleküllerinin yan komşusundan daha çok en fazla anne, baba ve kardeşlerine benzemesi gerçeğine dayanır. Zaten günümüzde halk arasında, “DNA testi” olarak bilinen uygulama da aynı mantığa dayalı olarak yapılmakta ve kişinin gerçek ana-babasını saptamada büyük kesinlik göstermektedir.

Proteinlerden sonra dizi analizleri DNA ve RNA’ya uygulanmaya başlandı. Bu moleküllerle daha iyi sonuç elde edildi. Özellikle 16S rRNA geni moleküler filogenetik çalışmalarda temel molekül olarak ele alınmaya başladı.

Moleküllerin diğer biyolojik yapılar gibi evrimleşmesi araştırmacılara önemli bir olanak sunuyordu.

Moleküler saat

Moleküler sistematikçiler moleküler dizi analiz sonuçlarıyla, paleontoloji ve jeolojik bulguları karşılaştırdıklarında, molekülde meydana gelen dizi değişimlerinin zaman içinde, oldukça düzenli aralıklarla yani sabit bir hızda meydana geldiğini gördüler. Mutasyonlar geniş zaman dilimleri göz önüne alındığında yavaş fakat bir saat düzeninde, sistemli bir şekilde molekülde birikiyordu. Diğer bir ifade ile bu moleküllerin “moleküler saat” olarak kullanılması mümkündü. Böylece değişiklik sayısıyla geçen zaman arasında bir bağlantı kurulabilirdi. Moleküler saati ayarlamak ve kontrol etmek içinse, çok güvenilir bir şekilde tarihlendirilmiş kimi jeolojik ve fosil yapılara ait değerler, karşılaştırılma amacıyla kullanılmaktadır.

Bir sonraki aşamada dizi verileri, iki türün ne kadar bir süre önce ortak bir atadan ayrılarak evrimleştiklerini hesaplamakta kullanılmaya başlandı. Diğer bir deyişle iki tür arasındaki evrimsel mesafe de hesaplanabilir hale gelmişti. Artık molekülleri canlıların arkeolojik kayıtları olarak değerlendirmek mümkündü. Bundan elli yıl önceye kadar biyolojik geçmiş sadece kayalardan ve fosillerden okunabilirken, şimdi bunlara bir de moleküller katılmıştı. Moleküler analizler özellikle, fosil kayıtları bulunmayan ya da çok zayıf olan organizmaların evrimsel ilişkilerini aydınlatmakta büyük katkı sağlamaktadır.

Bu yönde yapılmış deneysel çalışmalardan örnekler verilmesi konuyu daha anlaşılır hale getirecektir. Mesela kanda bulunan hemoglobin proteininin amino asit dizisi, bu amaçla en yaygın olarak kullanılanlardan biridir. Kanda oksijen taşınmasında iş gören hemoglobin hayvanlarda yaygın olarak bulunan bir proteindir. İnsan ve şempanze hemoglobinleri arasında fark yokken makak maymununki ile sekiz amino asitlik fark bulunur. İnsanla kuş hemoglobini arasındaki fark 45 amino asittir. İnsanla bir amfibi olan kurbağa arasındaki amino asit farkı 67’dir. Omurgasız bir kurtçukla, insan arasındaki fark ise 125 amino asittir. Görüldüğü gibi organizmaları, insana olan yakınlıklarına göre; maymun (memeli), kuş, amfibi ve omurgasız şeklinde sıralamak olasıdır. Fosil kayıtlara dayanarak hazırlanan soy ağacına göre organizmaların, omurgasızlar, amfibiler, kuşlar, memeliler, maymunlar ve insan şeklinde sıralandığı sistematik dizgeyle, moleküler dizi analizlerine göre yapılan sınıflamanın uyum içinde olması, son yıllarda biyolojideki en önemli gelişmelerden biridir.

Böylece son beş yüzyıllık dönemde farklı bilim dallarından gelen veri ve varsayımlarla sınanan evrim kuramının bunlardan başarıyla çıkması, ona büyük güç kazandırmıştır.

Kayalardan, fosillerden, moleküllerden genomlara

Moleküler evrim araştırmalarının bir parçası olarak genom projeleri, insanlar açısından önemli bir sorunun yanıtının aydınlatılması yönünde önemli bir katkı yapmaktadır. 18. yüzyıl doğa bilginlerinden Fransız Comte de Buffon ve İsveçli Carl von Linné, insanla maymunlar arasındaki biyolojik yakınlığı bilimsel bir temelde değerlendiren ilk kişilerdi. Daha sonra 19. yüzyılda, Charles Darwin ve Thomas Huxley, insan ve maymunların anatomik, fizyolojik ve sosyo-psikolojik açıdan birbirine çok benzer organizmalar olduğunu vurguladılar. Darwin, yaşadığı yıllarda, maymunların kökeni hakkında kaydedilen gelişmeler ve insan maymun benzerliğinden yola çıkarak, insanlarla, Büyük Afrika Maymunlarının ortak atayı paylaşan yakın akrabalar olduklarını ve insanın köklerinin Afrika’da olmasının mümkün olduğundan söz etti. *Homo* cinsine ait fosillerinin henüz keşfedilmediği o yıllarda böyle bir öngöründe bulunmak oldukça cüretkar bir yaklaşımdı.

20. yüzyıla gelindiğinde ilk önce insan ve maymunların kromozom sayıları belirlendi. İnsanın 46 kromozomu, kuyruksuz maymunların ise 48 kromozomu bulunuyordu. Karyotip analizleri yapıldığında iki canlının kromozomlarının oldukça benzer olduğu görüldü. Daha sonra boyama tekniklerinin kullanıldığı kromozom bantlamasıyla bu benzerlik daha da pekiştirildi. Bu arada insanın 2 numaralı büyük kromozomunun, maymundaki iki küçük kromozomun ters dönerek uçlarından yapışması sonucu oluştuğu anlaşıldı. Böylece kromozom sayıları arasındaki küçük farkın nedeni de aydınlatılmış oluyordu. Daha sonra birçok protein ve genin dizi analizleri yapıldı. Örneğin globin proteinlerinin amino asit ve BRCA1 geninin nükleotid dizi analizleri yapılarak bu yakınlık daha da desteklendi. Kuyruksuz maymunlar arasında insana en yakın olan şempanzeydi ve daha sonra goril geliyordu.

2001 yılında İnsan Genom Projesinin, 2005 yılında ise şempanze genom projesinin ilk sonuçları yayınlandı. İki organizmanın genomlarındaki dizi benzerliği %98’den biraz daha fazlaydı. Böylece yüzyıllardır süren bir serüvenin sonuna oldukça yaklaşılmış oluyordu.

“İnsan genom projesi Darwin’in, kendisinin bile inanmaya cesaret edebileceğinden daha haklı olduğunu gösterdi.”

Dr. Jim Watson
Genom Projeleri Programının Başlatıcılarından

İnsanın evrimi söz konusu olduğunda söylenmesi gereken önemli bir nokta daha bulunmaktadır. İnsan, diğer organizmalar gibi, biyolojik özelliklerini kalıtım yoluyla gelecek kuşaklara aktarmaktadır. Fakat kültür yaratan bir canlı olarak bu kültürü ancak eğitim yoluyla aktarabilmektedir. Bu kültürün bir parçası olan bilim sayesinde insan artık kendi evrimini denetleyebilecek hale gelmiştir. Bu boyutun öğrencilere doğru bir şekilde açıklanması gerekir. Çünkü bilimsel gelişmeler ve bunların yaşamımız üzerindeki etkileri iyi anlatılmadığında, toplumsal algılamada belirsizlikler oluşmaktadır. İnsan anlamadığı şeye yabancılaşır, bunun nihayetinde vardığı nokta ise bilim karşıtlığıdır. Her olumsuzluğun ve sorunun kaynağının bilim ve akıl olduğu yargısının toplumda doğması çok zor bir durum değildir. Kültür tarihinde bununla ilgili sayısız örnek vardır.

Şu ana kadar farklı sistematik gruplara ait yüzlerce organizmanın genom projeleri tamamlandı. Önümüzdeki yıllarda tamamlanan genom projeleri arttıkça, canlıların filogenetik soy ağacıyla ilgili önemli ilerlemeler kaydedileceği açıktır. Canlıların evrimsel öyküleri böylece adım adım aydınlatılacaktır. Bu nedenle bazı doğa bilimciler 21. yüzyılı evrim kuramının yüzyılı olarak değerlendirmektedir.

Bu bağlamda genom projeleri hakkında öğrencilerimize bilgi verilmesi çok yararlı olacaktır.

Yapay evrim

Moleküler evrim çalışmaları, doğal evrimin genetik ayrıntıları hakkında bilgi sağladıkça, bu işin laboratuvar ortamında da yapılabileceği konusunda araştırmacılarda bir fikir oluşturdu. Şayet evrim, canlılar dünyasındaki çeşitliliği, bu yöntemleri kullanarak yarattıysa, aynı yol kontrollü bir şekilde kullanılarak istenen özelliklere sahip molekül veya organizmalar da yaratılabilirdi. Sonunda Uygulamalı Moleküler Evrim, Test Tüpündeki Evrim, Yapay Evrim ya da Yönlendirilmiş Evrim olarak tanımlanan bir çalışma alanı ortaya çıktı.

Yönlendirilmiş evrim, “istenen biyolojik özelliklere sahip yeni bir ürün (örn. enzim) veya organizmayı (örn. biyosentez ya da biyoyıkım yoluna sahip) yaratmak amacıyla doğal evrimsel sürecin, seçici ve kontrollü bir şekilde laboratuvar ortamında hızlandırılarak, yeniden tasarlanması ve uygulanması” olarak tanımlanabilir. Yapay evrim çalışmalarında, doğal evrimde olduğu gibi öncelikle, topluluğun bireylerinde genetik bir çeşitliliğin yaratılması gerekir. Genetik çeşitlilik, doğal evrimde iş gören mekanizmaların kullanılmasıyla laboratuvar ortamına getirilir. U.V., kimyasallar, radyasyon gibi geleneksel yöntemlerle mutasyon oluşturmak yanında, DNA tamir mekanizmalarının kapatılması, replikasyon ve rekombinasyon hatalarının yapay yollarla artırılması veya transpozonlarla da çeşitlilik yaratılmaktadır. Elde edilen milyonlarca mutant organizmadan istenen özelliklere sahip olanların seçilmesi için hızlı ve güvenilir yöntemler geliştirilmiştir.

Doğada bulunan bir makromolekül örneğin bir enzim molekülü, belli bir koşulda belli bir işlevi yerine getirmek üzere seçilip evrimleştiğinden, genellikle endüstriyel uygulamalar için uygun değildir. Aynı şekilde belli bir ortamda yaşama yönünde evrimleşmiş bir mikroorganizmanın yaşam limitlerinde değişim yapabilmek, ilgili organizmanın biyoteknolojik uygulamalarda kullanılmasında büyük avantaj yaratmaktadır.

Yapay evrim ürünleri

Son on yıl içinde hızlandırılmış evrim araştırmalarındaki büyük ilerlemeler, çok dikkat çekici sonuçların alınmasını sağlamıştır. Özellikle çevre kirleticilerini besin maddesi olarak tüketen mikroorganizmaların yaratılması konusunda çok iyi gelişmeler kaydedilmiştir.

Örneğin AIDS hastalarında kullanılan bir ilacın, çok daha düşük dozlarda etkili olmasını sağlayan ve bu yolla ilacın yan etkileri çok azaltan bir enzim, hızlandırılmış evrim çalışmalarıyla elde edilmiştir. Enzimin gen terapisinde kullanılması için araştırmalar devam etmektedir. Aynı şekilde, normalde yaşayamayacağı oldukça asit ortamlarda yaşayıp, laktik asit fermentasyonuna devam edebilen, yoğurt bakterileri elde edilmiştir. Yaygın olarak kullanılan bir bitki öldürücüye yani herbiside karşı dirençli mısır ve tütün bitkileri de yapay evrim yoluyla elde edilmiştir. Bu tip ürünler önümüzdeki yıllarda yaygın olarak gündelik yaşamın içine girip, dünyamızın çehresini değiştireceklerdir.

Doğal seçilime dayalı evrim kuramını açıklamakta güçlüklerle karşılaşacağını düşünen Charles Darwin Türlerin Kökeni kitabında, güvercin ve süs bitkileriyle yapılan ıslah çalışmalarını yani yapay seçilimi, model olarak ele almıştı. Aynı şekilde evrimi açıklamak için yapay evrim araştırmaları da rahatlıkla kullanılabilir niteliktedir.

Sonuç...

Evrım moleküler düzeyde gerçekleşen bir olaydır. Bu konudaki bilgiler arttıkça, doğa tarihinin gizemleri daha kolay çözülebilecek, daha önemlisi canlılık sorununun kalbine inilebilecektir. Bu bağlamda çekilen sıkıntıların ve acıların azaltılması ve yaşam kalitesinin yükseltilmesinde bu çalışmaların etkisi büyük olacaktır.

Evrımın nedenleri ve sonuçları uygarlık tarihimizin temel bilgisini oluşturmaktadır. 21. yüzyılda insanın düşünce dünyasını etkileyecek başlıca olaylar içinde, moleküler evrım çalışmalarının yansımaları da yer alacaktır.

“İnsanlık tarihinde Kopernik, Galileo ve Darwin gibi öncülerin önemini biliyoruz. Bu tür kişiler gelecekte de çıkacaktır, elbet. Onları çalışmalarında engellemek, tuttukları ışığı söndürmek, yaşam ortamımızı çoraklaştırmakla kalmaz, bizi yeni bir karanlık çağa sokar; tıpkı, parlak Antik Çağ’ı bildiğimiz Karanlık Çağ’ın boğması gibi.

Yeni gerçeklerin ortaya çıkması pek çok kimsenin, özellikle iktidar sahiplerinin rahatını kaçıtır, dahası tepkisine yol açar. Öyle de olsa, sürüp gelen bağnazlığın militan fanatizmi karşısında en büyük umut dayanağımız bilgelikle birleşen bilgidir.

Bilgi edinmede, bilimsel yöntem dışında izlenecek başka bir yol yoktur; bilimin erişemediği bir şeyi bildiğimiz savı bir safsata olmaktan ileri geçmez.”

Bertrand Russell (1872-1970)

Okunması önerilen kaynaklar

Türkçe Yayınlar

- 1- Cemal Yıldırım (1998). Evrım Kuramı ve Bağnazlık. Bilgi Yayınevi.
- 2- Bilim ve Yaratılışçılık Yürütme Komitesi (1999) Bilim ve Yaratılışçılık-Amerikan Ulusal Bilimler Akademisinin Görüşü. Türkiye Bilimler Akademisi. İkinci baskı (2004).
- 3- Benjamin Farrington (1982). Darwin Gerçeği. Çağdaş Yayınları.
- 4- Öner Ünalın (2004). Darwin Ne Yaptı?. Papirüs Yayınevi.
- 5- Cyril Aydon (2006) Charles Darwin. Doğan Kitapçılık AŞ.
- 6- Denis Buican (1991). Darwin ve Darwinizm. İletişim Yayınları.
- 7- Charles Darwin (1976). Türlerin Kökeni. Onur Yayınları.
- 8- Charles Darwin (1978). İnsanın Türeyişi. Onur Yayınları.
- 9- Jonathan Howard (2003). Darwin. Altın Kitaplar Yayınevi.
- 10- Wilma George (1986). Darwin. AFA Yayınları.
- 11- Stephen Jay Gould (1998). Darwin ve Sonrası. TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları.
- 12- Davies, M.W. (2001). Darwin ve Fundamentalizm. Everest Yayınları.
- 13- Steffoff R. (2004) Charles Darwin-Evrım Devrimi. TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları.
- 14- Moorehead A. (1996) Darwin ve Beagle Serüveni. TÜBİTAK Popüler Bilim Yayınları-Yapı Kredi Yayınları.
- 15- Richard Milner (1999). Charles Darwin-Bir Doğabilimcinin Evrimi. Evrım Yayınevi ve Bilgisayar San. Tic. Ltd.Şti.
- 16- Üniversite Konseyleri Yazarlar Kurulu. (2006). Evrım, Bilim ve Eğitim. Editör. Özgür Genç. Dünya Yayıncılık Org. San. ve Tic. Ltd.Şti.
- 17- John Maynard Smith (2002). Evrım Kuramı. Evrım Yayınevi ve Bilgisayar San. Tic. Ltd.Şti.
- 18- Ali Babaoğlu (2000). Darwinizm. BDS Yayınları.
- 19- Thorwald Steen (1999). Darwin’in Peşinde. Can Yayınları.
- 20- Celal Şengör (2004). Yaşamın Evrimi Fikrinin Darwin Döneminin Sonuna Kadarki Kısa Tarihi. İTÜ Yayınevi.
- 21- Steve Jones (2006). Neredeyse Bir Balina-Türlerin Kökenine Güncel Bir Bakış. Evrensel Basım Yayın.
- 22- Richard Dawkins (2004). Kör Saatçi. TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları.
- 23- Christopher Wills (1997). Genlerin Bilgeliği-Evrımda Yeni Patikalar. Sarmal Yayınevi.
- 24- Susan Aldridge (2000). Hayatın İpuçları-Genlerin ve Gen Mühendisliğinin Öyküsü. Evrım Yayınevi.
- 25- Ali Demirsoy (1984). Kalitim ve Evrım. Meteksan Yayınları.
- 26- François Jacob (1996). Mümkünlerin Oyunu. Kesit Yayıncılık.

- 27- Richard Dawkins (1999). Cennetten Akan Irmak-Yaşama Darwinci Bir Bakış. Varlık Yayınları A.Ş.
- 28- James C. G. Walker (1996). Yer'in Tarihi. Nar Yayınları.
- 29- Pascal Richet (2002). Dünya'nın Yaşı-Bir Bilimsel Sorunun Serüveni. Güncel Yayıncılık.
- 30- Joseph Silk (1997). Evrenin Kısa Tarihi. TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları.
- 31- William J. Kaufmann III (1979?) Evren'in Evrimi ve Yıldızların Oluşumu. Arkadaş Kitapevi.
- 32- Andrew Berry (2001). Evrim-Bir Düşüncenin Serüveni. Bilim ve Teknik Dergisi. Mart, sayfa: 46-52. Ankara.
- 33- Andrew Berry (2001). Darwin ve Moleküler Devrim. Bilim ve Teknik Dergisi. Şubat, sayfa: 58-65. Ankara.
- 34- Ali Demirsoy (1999). Bilim ve Teknik Dergisi. Şubat, sayfa: 34-45.
- 35- Bilim ve Gelecek ve Bilim ve Ütopya dergilerinin ilgili sayıları.

İngilizce Yayınlar

- 36- Wen-Hsiung Li (1997). Molecular Evolution. Sinauer Associates, Inc., Sunderland.
- 37- Page, R.D.M ve E.C. Holmes (1998) Molecular Evolution: A Phylogenetic Approach. Blackwell Science Ltd.
- 38- Douglas Futuyma J. (2005). Evolution. Sinauer Associates, Inc., Sunderland.
- 39- Ernst Mayr (2001). What Evolution Is. Basic Books.
- 40- Lynn Helena Caporale (2003). Darwin in the Genome. The McGraw Hill-Hill.
- 41- Eugenie C. Scott (2004). Evolution vs. Creationism: An Introduction. University of California Press.
- 42- Chris Colby (1996). Introduction to Evolutionary Biology-Version 2. <http://www.talkorigins.org/faqs>
- 43- http://www.aaas.org/news/press_room/evolution/

EVİRİMSSEL GENOMİKS

Dr. Ergi Deniz ÖZSOY

Modern kuramsal yapısı ve bu yapının işaret ettiği pratik çerçevesiyle evrimsel biyoloji, bilindiği gibi, temellerini *Türlerin Kökeni* (Darwin, 1875) ve ardından gelen dönemin bir o kadar heyecan verici ve parlak bulgularından ve kuramsal gelişmelerinden alır. Aslında Darwin'deki en kritik özellik olan kalıtsal değişkenliğin çalışma konusu yapılması, "Darwin devrimi" olarak adlandırılan yeniliklerin belki de en devrimci olanıdır ve Darwin öncesinin tipik tipolojik organizma anlayışından ve dolayısıyla-teknik olarak biyolojiye girişini klasik sistematik ile birlikte 17.yüzyılda yapan-Platonist idealar felsefesinden derin bir kopuşu simgeler. *Türlerin Kökeni*'nin dikkatli bir biçimde okunması, Darwin'de asıl yeni olanın, Lamarkist çevre güdümlü dönüşümsel değişim yerine, karakter özellikleri açısından bireysel değişkenlik sınırlarında gerçekleşen oransal bir değişimin olduğu kolaylıkla anlaşılır; herhangi bir canlı karakteri için (örneğin Galapagos takım adalarında bulunan *Geospiza*-ispinoz-türlerinin besin bolluğu ve türler arası rekabete dayalı gaga büyüklüğü) var olan doğal değişkenlik, ilgili çevresel koşullar ile tarihsel olarak etkileşim içindedir ve bu koşullar değiştiğinde uygun karakter durumları bu değişimi izler ve sonuçta karakter değişkenliğinin bir bölümü sonraki kuşaklara hemen aynen aktarılır. Kuşaklar arasındaki karakter farklılaşma sürecinin istatistiksel tanımı ise "doğal seçim adını" alır ve organizmanın uyarlanmasının ardındaki biyolojik nedenlere ilişkin gücü son derece yüksek bir kavrama yoludur. Darwin'in çizdiği, değişkenlik esaslı evrimleşme çerçevesi, Mendel'in yeniden keşfi olarak adlandırılan genetiğin yeniden doğuş süreci içinde genetik yapısına kavuşmuş (Fisher 1930; Wright 1931, 1932; Haldane 1932) ve 1950'ye dek uzanan bir süreçte "Yeni Sentez" ya da neodarwinizm olarak tanımlanan ve populasyon genetiği, paleontoloji, biyocoğrafya ve sistematik, fizyoloji ve karşılaştırmalı anatominin birleşiminden oluşan sentetik yapısına ulaşmıştır (Dobzhansky 1937; Mayr 1942 ; Simpson 1944; Stebbins 1950). Yeni Sentezin tipik özelliği, içerdiği evrimsel argümanın genetik temelli olması, yani evrimsel değişimin populasyon genetik dinamikleri ile açıklanmasıdır.

DNA'nın moleküler yapısının 1953'te aydınlatılması ve Watson-Crick modeli olarak anılmasıyla birlikte, genetik yeni bir döneme girer ve genin moleküler biyolojisi üzerine yapılan çalışmalar "moleküler genetik" adını alır. Genetikte devrim yapan bu keşif ve çalışma perspektifi, bununla birlikte, kısmen dönemin teknik olanaklarından kısmen de giderek vurgusunu artıran genetik indirgemeci anlayıştan ötürü evrimsel biyoloji çalışmalarına uzun yıllar giremeyecektir. Bu bağlamda 1966 yılı son derece çarpıcı ve "paradigma değiştirici" (Kuhn, 1970) bir gelişmeyi barındırmaktadır. Proteinleri birbirinden ayırma tekniği olarak kullanılmakta olan protein elektroforezi ile kez 1966'da genetik değişkenliğin kolaylıkla gösterilebildiği bir yöntem olarak önerilir ve populasyon genetik argümanların kullanıldığı bir çerçevede sunulur (Hubby and Lewontin 1966; Lewontin and Hubby 1966). Genetik değişkenliğin doğal seçim ve genetik sürüklenme argümanları açısından ele alınıp biyolojik işlev bağlamına oturtulması sürecine yol açan bu elektroforetik genetik değişkenlik saptama yöntemi, önceki kimi daha biyolojik yöntemlerin bırakılması pahasına da olsa (Lewontin, 1991) bir devrim niteliğindedir. 1980'lerin ortasına kadar hızını yitirmeyen bu elektroforetik dönem, evrimleşme süreçleri açısından elektroforetik genlerin (genellikle allozimlerin yani enzimatik süreçlerde iş gören proteinleri kodlayan lokusların) ifade ettiği genetik varyasyonu doğal seçim ya da genetik sürüklenmenin birincil etkisine dayanan nötr alel teorisi (Kimura 1983) açısından yorumlamaya olanak veren bir istatistiksel yaklaşıma (Ewens 1972) sahiptir ve protein değişkenliğinin evrimsel sonuçlarını araştıran yüzlerce çalışmaya konu olmuştur. Genetik değişkenliğin nihai durumu olarak tanımlayabileceğimiz DNA dizisini bulgulaama çalışmaları başlangıcını 70'lerde yapmasına karşın (Sanger et al. 1977), evrimsel genetik argümanlar çerçevesinde evrimsel biyolojiye girişi Martin Kreitman'ın 1983 yılında yayımlanan araştırmasıyla olmuştur (Kreitman 1983). Protein elektroforezi dönemi evrimsel genetik çalışmalarının da gözdesi olan *Drosophila melanogaster* alkol dehidrogenaz

(*Adh*) genideki (Van Delden, 1982) dizi değişkenliği, populasyon genetik parametreleri açısından ilk kez bu çalışmada ele alınır. Artık DNA dönemi populasyon genetiği için resmen başlamıştır ve yeni adıyla moleküler populasyon genetiği bu kez de elektroforetik çalışmaların yerini hızla alır; populasyon genetiğinin DNA düzeyinde ifade edilen genetik değişkenliğe ilişkin bu yeni boyutu da devrimci bir nitelik taşımaktadır ve evrimsel biyoloji, doğal seçilimin genom boyunca son derece yaygın izlerini çalışma konusu olarak seçilen genler açısından gösteren araştırmalarla büyük bir kuramsal ve pratik zenginliğe sahip olarak biyolojinin temel çatısı olma özelliğini günümüze dek sürdürür ve sürdürmeye de devam etmektedir. Protein elektroforezi döneminden özellikle genom boyunca yaygın olarak bulunan bağlantı eşitsizliği ile ayrılan moleküler evrimsel genetik, klasik Darwinci doğal seçilimin “pozitif “ ve “negatif” yönlerini bağlantı eşitsizliğinin bir fonksiyonu olarak seçilim altındaki DNA bölgesine bitişik nötr bölgeler için de tanımlama gücüne erişmiştir (Charlesworth et al.1993). Bu durum, doğal seçilimin evrensel nedenselliğini çok açık hale getirmesi açısından da büyük öneme sahiptir. Moleküler evrimsel genetik, 2000’li yılların başından itibaren, birbiri ardına tüm genom dizisi yayımları ile yeni bir evreye girmiş gözükmektedir. Genetiğin gözde model organizmalarından *Drosophila* ve nematod genomlarının yayımlanmasının ardından insan ve şempanze genom dizilerinin çıkarılması “genom ağı” diyebileğimiz son on yılın evrimsel biyolojisiine damgayı vurmuştur ve sonraki on yılların çalışma perspektifini de büyük oranda belirleyeceğini söylemek abartı olmayacaktır. Bir organizmaya ait yapısal ve işlevsel karakter durumlarını biyokimyanın bireysel değişkenlikten uzak salt çerçevesine geleneksel olarak indirgeyen moleküler biyoloji artık eskisi gibi değildir ve genomik dönemin en çarpıcı özelliklerinden biri klasik moleküler biyologları evrimsel biyologlara dönüştürmüş olmasıdır. Dizisi ıkarılan hemen tüm türlerde evrensel moleküler biyolojik işlev ve süreçlerin belirli benzerlik derecelerinde yer almaları, karmaşık moleküler süreçlerin ortak köken izleri çerçevesinde içerdiği evrimsel kısıtlama ve yenilikler bağlamında biyolojik olarak anlam kazanabilmesinin yeni moleküler biyolog tipini yaratan başlıca motifler olduğu düşünülebilir. Genomik dönemin bir başka çarpıcı özelliği; seçilen bazı genleri alışılgelmiş model organizmaları tüm genom açısından ele almasıyla bir yandan da önceleri genetiği ihmal edilen çok sayıdaki türün genom dizilerinin çıkarılmasıyla, model organizma ile “sıradan” türler arasındaki bulgu uyumazlığı temeline dayanan zıtlığı ortadan kaldırmış olmasıdır. Getirdiği kapsayıcı metodolojik yenilikleriyle evrimsel genomiks iki çalışma ekseninde yürüyen araştırmalar bütününe sahiptir:

- ❖ Hipotez-model kurumu eksenli populasyon biyolojisi yaklaşımı: bir problemin matematiksel olarak soyut biçimde tanımlandığı, verilerin modele uygunlukları açısından sılandığı modeller. Bu yaklaşım genellikle basit, gerçekliğe çoğu kez uymayan, genomik verilerin modelden büyük sapma göstermesi ile tipik bir özellik göstermektedir.
- ❖ Andrew Clark ‘ın çarpıcı biçimde dikkati çektiği gibi (Clark 2006), genom içinde HMS Beagle’ın gezisine benzer, ne ile karşılaşılacağı bilinmeden yapılan keşif yolculuğu. Bu ereve genomların nasıl farklılaştığını gsterebilmesiyle tipik-klasik model kurgusundan bağımsızdır ve tıpkı 1800’lerin doğa tarihi çalışmalarında olduğu gibi büyük bir bilme iştahı yaratan, veri kataloglama ile tipiktir (Clark, 2006). Tanımlayıcı genomiks olarak da adlanırlan Bu heyecan verici keşiflere gebe bilimsel ereve tanımlayıcı genomiks adını almaktadır.

TANIMLAYICI GENOMİKS

Genom yapısının işaret ettiği doğrudan gerçekler üzerine yoğunlaşan bu çerçevenin ne çıkan hatların biri duplikasyonların genetik çeşitlilik yaratmadaki rolüdür. Buna rnek olarak, insan genomundaki duplikasyonların 1/3’ten fazlasının şempanze genomunda bulunmaması verilebilir ve bu durum

duplikasyon sürecinin, insan ve şempanze arasında, en yakın ortak atadan bu yana, tekli nükleotid yer değiştirim sürecinin yaptığından daha fazla nükleotid değişiminden sorumlu olmasıdır (Cheng et al. 2005). Genomik duplikasyon çalışmaları, genellikle işlevsel ortak kökene işaret eden gen kümeleri içindeki genlerin dizilim sırasının türler arası durumunun (sintenin) devam ettirilmesindeki değişkenliğe dikkati çekmektedir. Bu olgunun rastgele mi yoksa işlevsel bir nedeni olan genomik bir organizasyon düzeyine mi işaret ettiği sorusunun yanıtı verilebildiğinde türler arasındaki evrimsel geçişleri anlamının önemli bir safhasının geçilmiş olacağı kuşkusuzdur.

Türlerin sahip olduğu genom büyüklüklerinin nedensel analizleri tanımlayıcı genomik araştırmalarının bir başka önemli ayağıdır. İşlevsel nedenselliği olan genom küçülmeleri- genlere ihtiyaç duyulmadığı zaman, özellikle parazitik bir yaşam tercihi ile, genlerin yitirilmesi olgusu bu bağlamda oldukça dikkat çekicidir. Tanımlanmış en küçük genoma sahip simbiyotik bir bakteri olan *Carsonella ruddii* örneği genomik yapı-doğal seçim-işlevsellik üçgenine işaret etmesi bakımından hayli dikkat çekicidir (Nakabachi et al. 2006). Bir psilid ve afid simbiyontu olan *C. ruddii*'nin genomu yalnızca 160 kb civarındadır ve 182 tane ORF taşımaktadır. Bu ORF'lerin yarısından fazlası yalnızca protein sentezi ve amino asit sentezi ile ilgilidir. Çakışan genlerin oluşturduğu son derece yoğun bir genomu olan *ruddii*, nükleotid ve lipid sentezinde iş görenler dahil pek çok yaşamsal işlev geninden yoksundur. Çalışmanın dikkat çekici sonucu; afid ve psilidlerde bulunan bir başka simbiyont bakteri olan *Buchnera* genomunun da *C. ruddii* ile benzer bir yapısal ve işlevsel genom sergilemesinin, bitki özsuyla ile beslenen psilid ve afidlerin temel amino asitlerden büyük oranda yoksun olması göz önüne alındığında-her iki bakterinin amino asit sağlaması temeline dayanan genom küçülmelerinin- aslında simbiyozis ile ilgili konvergent bir evrim olduğudur. Genom küçülmesinin evrimsel bir durum olduğuna ilişkin bir başka çarpıcı kanıt, yine bir afid simbiyontu olan *Buchnera aphidicola*'dan gelmektedir. Yalnızca 362 protein kodlayıcı geni olan bu bakterinin genom büyüklüğü 416 kb'dır ve gen yitimi ile genom küçülmesinin tipik bir örneğini vermektedir (Pérez-Brocal et al. 2006). Triptofan (*Trp*) ve riboflavin sentezi yapamamasıyla konakçısını kısıtlayan *B. aphidicola* son derece indirgenmiş bir DNA onarımına sahiptir ve bu durum genomundaki yüksek mutasyon hızını açıklamaktadır. Nükleotid, kofaktör, hücre zarı ve taşıyım sistemi bileşenlerinin sentezinde iş gören çoğu geni yitirmiş olan *B. aphidicola* ancak pasif metabolit değişimine olanak veren serbest-difüzyon yapabilen indirgenmiş bir organizma görünümündedir. DNA dizileri oldukça hızlı evrimleşen bu canlıda dS>dN'dir (yerdeğiştiren nükleotidlerin sinonim=amino asit değişimine yol açmayan olması, S; yerdeğiştiren nükleotidlerin sinonim=amino asit değişimine yol açması, N). *B. aphidicola*'nın kodlayan genlerinin çoğunun saflaştırıcı seçim (negatif seçim: zararlı alellerin genomdan uzaklaştırılmasını ifade eder) altında olduğunu gösteren bu durum, tür düzeyindeki rekabete dayalı yer değişimine işaret etmektedir; *B. aphidicola* pek çok temel amino asidi sentezlemesine karşılık, oldukça önemli bir amino asit olan triptofanı sentezleyememektedir. Onunla aynı afidde yer alan bir başka simbiyont olan *S. symbiotica*, triptofan sentezi yapabilmektedir ve simbiyozis temelinde afid amino asit azlığına dayandığı için, *B. aphidicola*'nın yerini alıyor gözükmektedir. Bu durum, türler arası rekabetin genomik yapı-işlev düzeyi ile doğrudan ilişkilendirilebildiği açık bir örnek olmasıyla son derece dikkat çekicidir.

Genom dizilerinin çıkarılan pek çok türde ortak olarak gözlenen bir durum, hareketli genetik element yaygınlığıdır. Transpozonlar gibi hareketli genetik elementlerin horizontal (türden türe) transferi, standart tür filogenilerine uymamaktadır ve dolayısıyla türler arasında yapılacak moleküler filogenetik analizlerde genetik belirteç seçiminin çok daha dikkatli yapılmasını gerektirmektedir. Hareketli genetik element girişi, aynı zamanda, genomdaki yapısal düzenlenim dinamiği ve evrimine ilişkin önemli ip uçları da vermektedir (Abby and Daubin 2007).

Genom dizilerinin karşılaştırmalı analizi de, yani DNA bölgelerinin türler arasındaki korunmuşluk düzeyleri, genomdan seçilecek herhangi bir genin işlevsel önemi ve filogenetik bağımlılığı hakkında bilgi verebilmesi bakımlarından hayli yararlı olmaktadır. Bu bağlamda karşılaştırmalı genomiks, doğal seçilimin ya da stokastik süreçlerin genomu biçimlendirmedeki rolünü açıklamakta önemli bir işleve sahiptir. İnsan 19.kromozomunda yer alan *ApoE* geninin genom dizisi çıkarılan diğer türler ile yapılan karşılaştırmalı analizi, bu genin yapısal tüm motiflerinin evrimi konusunda belirgin evrimsel bir ağaç oluşturmayı mümkün kılmaktadır (Clark 2006). Basit filogenetik karşılaştırmaların ötesine geçen bu genomik karşılaştırma, genin işlevselliğinin tarihsel (evrimsel) temelini ortaya koyabilecek olmasıyla da, klasik moleküler biyolojinin tür içi ve türler arası değişkenlikten bağımsız, tipolojik nedensellik anlayışının biyolojik yetersizliğine bir kanıt olarak da görülebilir. Yakın türler arasındaki karşılaştırmalı genomiks, türler arasındaki genetik farklılığın yapısal ve işlevsel nedenlerine ilişkin oldukça somut ve aydınlatıcı bilgiler vermektedir. Şempanze genom dizisi, şempanze ile insan arasındaki genetik farklılığın kromozomal dağılımı ve kromozomdan kromozoma olan değişkenliği hakkında net bilgiler sağlamakta ve bu iki tür arasındaki keskin anatomik, fizyolojik ve bilişsel farklılığın az sayıda gende gerçekleşen hızlanmış doğal seçimle oluşmuş olabileceğine işaret etmektedir (The Chimpanzee Sequencing and Analysing Consortium 2005).

Genom dizilerine evrimsel açıdan yaklaşmanın gösterdiği bir diğer çarpıcı nokta, morfolojik açıdan omurgalılara hiç benzemeyen canlıların, genetik ve fizyolojik-biyokimyasal süreçler açısından sergiledikleri şaşırtıcı ve evrensel nitelikteki benzerlik durumlarıdır. Buna çok tipik bir örnek olarak deniz kestanesi (*Strongylocentrotus purpuratus*) verilebilir (Sea Urchin Genome Sequencing Consortium 2006 ; Rast et al.2006). 814 milyon DNA bazı olan ve 23.500 geni bulunan deniz kestanesi sanılandan çok daha karmaşık bir bağışıklık ve algı-duyu sistemine sahip. İnsan ve diğer omurgalılarda da temel işlevleri olan pek çok geni barındıran bu basit görünümlü canlı sinekler ve solucanlarda bulunan bir çok geni ise içermiyor ve kolopterler, yengeçler v.b.den daha çok omurgalıya benziyor. Bir diken yumağına benzer “biçimsiz” yapısıyla, tanrı suretinde yaratılmış ve “indirgenemez karmaşıklık” arz eden üstün canlı insana yaşamsal moleküler süreçleri açısından şaşılabacak oranda benzeyen deniz kestanesi evrim karşıtlarını da hayli düş kırıklığına uğratacağına benzemektedir.

Türleşme çalışmaları da genomik çerçeveden hayli yararlanacağına benzemektedir. Örneğin, *Drosophila melanogaster* kullanılarak gerçekleşen kantitatif genomik bir türleşme analizinde, biyolojik tür kavramı çerçevesinde, erkek eşleşme başarısını etkileyen genler ve bu genlerin ifade değişimi araştırılmıştır (Mackay et al.2005). Hızlı ve yavaş eşleşen soyların yapay seçimle oluşturulması ardından, bu iki soydaki genlerin ifade düzeylerindeki değişim mikroyarray tekniği ile araştırıldığında, 3557 genin ifadesinin hızlı ve yavaş eşleşen soylar arasında önemli oranda değiştiği gözlenmiştir. Genler işlevsel ontoloji kategorilerine ayrıldığında bu değişimlerin davranışsal, hücresel, gelişimsel, fizyolojik ve genetik regülasyon süreçleri ile ilişkilendiği, başka bir deyişle, organizmayı organizma yapan hemen tüm işlevsel durumlardaki değişimi ifade ettiği görülmektedir. Türleşmenin ne denli biyolojik bütünlüğe sahip bir süreç olduğunu göstermesi bakımından bu çalışma bir ilk olma özelliğini taşımaktadır ve bir yandan da naif alttür kategorilerinin oluşturulmasındaki yetersizliğe dikkati çekmektedir.

Evrimsel genomiks bulaşıcı hastalıkların nedenlerini ve epidemiyolojisini açıklama gücüne de sahiptir. Bu konuda önemli bir örnek, cinsel yolla bulaşan ciddi bir hastalık olan tikonimiyazise ilişkindir. Dünya çapında yıllık vaka sayısının yaklaşık 170 milyon olduğu bu hastalığın etkeni *Trichomonas vaginalis* adlı tek hücreli ökaryotik parazittir ve bu parazitin kısa bir süre önce yayımlanan genom dizisi hastalığın nedenleriyle birlikte evrimine de ilişkin pek çok soruya açıklama getirmektedir (Carlton et al.2007). HIV enfeksiyon riskini de yükselten *T.vaginalis*'in genomunun en az % 65'i tekrar dizilerinden oluşmaktadır ve genom büyüklüğü yaklaşık 160 Mb'dır. Bu genomdan kodlanan protein sayısı ise 60.000 civarındadır ve bu sayı *T.vaginalis*'i bilinen en yüksek kodlama kapasitesine sahip ökaryotlardan biri yapmaktadır. *T. vaginalis* genomunda, prokaryottan ökaryot yönünde lateral gen transferine işaret eden 152 gen transfer durumu saptanmıştır ve bu genlerin çoğu

metabolik yolda iş gördüğü ve *T.vaginalis* metabolomunun (metabolik yolların toplamının) evriminde önemli rol oynadıkları düşünülmektedir. Genomdaki tekrar dizileri ise oldukça ilginç bir genom dinamiği ve evrimine işaret etmektedir. Sık tekrarlanan dizi ailelerinin analizi bunların çoğunun virus-benzeri, transpozon benzeri ve retrotranspozon-benzeri diziler olduğunu göstermektedir. Önemli lateral gen transferi ve özellikle farklı gruplardan köken alan yoğun tekrar dizilerinin varlığı, “yabancı genetik elementlerin” genomu biçimlendirici gücüne işaret etmekle birlikte, tekrar dizilerinin son derece homojen (yani düşük polimorfizmi: yaklaşık % 2.5) olması bir vajinal parazit olarak *T.vaginalis*’in ortaya çıkışına dair önemli ipuçları sağlamaktadır. Düşük polimorfizm temel alınarak kurgulanan akılcı evrimsel senaryo, ağız boşluğunda yaşayan yakın tür *T.tenax* ile ortak bir atadan ayrıldıktan sonra *T.vaginalis*’teki tekrar dizi artışının gerçekleştiği yönündedir. *T.tenax*’ın *vaginalis*’te gözlenen tekrar dizileri örüntüsüne sahip olması fakat bu örüntünün farklı coğrafi bölgelerden gelen *T.vaginalis* soylarında belirli bir değişkenlikle yer alması, *tenax-vaginalis* türleşme olayından sonra tekrar dizi artışının gerçekleştiğini söylemektedir. Bir başka deyişle, *T.vaginalis*’e özgü bu durum, sonunda vajinal sisteme yerleşmesini ifade eden ve-tekrar dizilerindeki genetik homojenliğin ifade ettiği-bir genetik sürüklenme ile gerçekleşen parazit evrimleşmesinin bir sonucudur. *T.vaginalis*’in genomundaki bütün bu yapısal ve işlevsel bilgiler hastalığın kökeni ve olası farmakogenomiksi hakkında paha biçilmez bilgiler sağlamayı vaat etmektedir (Carlton et al.2007).

Evrimsel genomiksin ulaştığı bilgi düzeyi yukarıda özetlemeye çalıştıklarımızdan da ileri bir düzeye gelmiş durumdadır; global genomiks adı verilen bu genomlar bütünü pratiğini örnekleyen iki çarpıcı çalışma bulunmaktadır. Kuzey Atlantik’te başlayıp Panama Kanalı üzerinden Güney Pasifik’e kadar uzanan bir rota üzerindeki okyanus kesitinden toplanan planktonik mikrobiyotanın genom dizilerinin çıkarılmasını amaçlayan bir keşif gezisi sonunda, yüzlerce türe ait yaklaşık 7.7 milyon dizi (6.3 milyar b.ç.) çıkarılmış ve analiz edilmiştir (Rusch et al.2007; Yooseph et al.2007). Sonuç olarak, türler arasında evrimsel, taksonomik ve biyokimyasal farklılık yaratmış olması muhtemel binlerce protein ortaya çıkarılmıştır. İlginç nokta, bu proteinlerden yüzlercesinin bu güne dek varlığı bilinmeyen proteinler olmasıdır. Bu kapsamlı metagenomiks araştırması, deniz mikrobiyal yaşamına dair pek çok evrimsel sorunu aydınatabilecek ipuçları vermesinin yanı sıra, bilinen protein çeşidi sayısını ve bunların metabolik yorumunu oldukça değiştireceğe ve yeni tıbbi tedavi yollarını açacağına benzemektedir.

EVİRİSEL GENOMİKS VE BİYOLOJİ EĞİTİMİ

Genomu evrimsel olarak anlamanın biyoloji eğitimi açısından, özellikle evrim ve genetik dersleri kapsamında-ve dolayısıyla biyolojinin hemen diğer disiplinleri kapsamında da-vazgeçilmez yararları olacağını düşünmekteyiz. Bu yararların bazılarını şu şekilde özetlemek mümkündür:

- I. Biyolojik evrime ilişkin kanıtların gücü açısından: genom çağı öncesinde genetik açıdan yalnızca belirli genlerle yapılan istatistiksel akrabalık ilişkilendirmeleri ile gösterilen türler arası yakınlıklar evrimsel genomiks perspektifi ile, şempanze ve deniz keşanesi örneğinde olduğu gibi, fizyolojik-işlevsel bakımlardan da tüm genom açısından ele alınıp gösterilebilecektir. Bağışıklık sisteminin evrimi (deniz keşanesi) ve anatomik açıdan modern insanın ortaya çıkış süreci (insan ve şempanze arasında, az sayıda gende gözlenen hızlandırılmış doğal seçim farkı) bu bağlamda verilebilecek çarpıcı örneklerdendir.
- II. Standart gen tanımı ve işlevi: klasik moleküler genetiğin sınırları iyi belirlenmiş ve tek bir işlevi kodlayan gen tanımı, genomikin gösterdiği bilgiler ışığında değişime uğramaktadır. Genlerin birbirinin içine girmiş bir düzenlenim ifade etmeleri, *ApoE* geni örneğinde olduğu

gibi yapısal yitiş ya da kazanımların geni tanımlaması, horizontal ve lateral gen transferleri ile gen işlevlerinin değişmesi ve yeni genlerin ortaya çıkması bu yeniden-tanımlama sürecini zorunlu kılmaktadır.

- III. Bulaşıcı hastalıkların anaşılmasında evrimsel bakışın rolü ve vazgeçilmezliğinin vurgulanması: *T.vaginalis* genomu örneğinde olduğu gibi, yapısal genom karşılaştırmaları ve evrimsel genomiks, hastalığın ortaya çıkışı ve biyolojik temeline ilişkin önemli bilgiler sağlamaktadır. Evrim derslerinde bu noktanın vurgulanması, neredeyse insanlık tarihi ile yaşıt olan bulaşıcı hastalıkların nedenlerini aydınlatmak açısından evrimsel perspektifin vazgeçilmezliğine dikkati çekecektir.
- IV. Darwin ve sonraki evrimsel biyolojinin en önemli sorunsalı olan türleşmenin, klasik kuru sistematik ya da naif biyocoğrafi spekülasyonlar yerine, bir organizmayı ilgilendiren biyolojik süreçler açısından doğrudan izahı: Evrimleşme aslında türleşme ile kesin olarak tanımlanabilen bir süreç olduğundan, kantitatif-evrimsel genomiks açıdan gösterilebilen bir türleşme sürecinin evrim eğitimine katkısı kuşkusuzdur. Türleşmenin biyolojik işlev düzeyleri ile ilişkisinin net biçimde gösterilmesi evrimleşmeyi öğrenci zihninde daha somut bir temele oturtacaktır.

Dr. Ergi Deniz Özsoy,
Hacettepe Üniversitesi Biyoloji Bölümü

KAYNAKLAR

1. Darwin, C. 1875. *The Origin of Species*, 6th ed., London.
2. Fisher, R.A. 1930. *The Genetical Theory of Natural Selection*, Dover.
3. Wright, S. 1931. Evolution in Mendelian populations, *Genetics* 16: 97-156.
4. Wright, S. 1932. The roles of mutation, inbreeding, crossbreeding and selection in evolution. *Proc.6th Int. Congress Genet.* 1: 356-365.
5. Haldane, J.B.S. 1932. *The Causes of Evolution*, London.
6. Dobzhansky, T. 1937. *Genetics and the Origin of Species*, Columbia University Press.
7. Mayr, E. 1942. *Systematics and the Origin of Species*, Columbia University Press.
8. Simpson, G.G. 1944. *Tempo and Mode in Evolution*, Columbia University Press.
9. Stebbins, G.L. 1950. *Variation and Evolution in Plants*, Columbia University Press.
10. Kuhn, T.S. 1970. *The Structure of Scientific Revolutions*, University of Chicago Press.
11. Hubby, J.L. and Lewontin, R.C. 1966. A molecular approach to the study of genic heterozygosity in natural populations. I. The number of alleles at different loci in *Drosophila pseudoobscura*, *Genetics* 54: 577-594
12. Lewontin, R.C. and Hubby, J.L. 1966. A molecular approach to the study of genic heterozygosity in natural populations. II. Amount of variation and degree of heterozygosity in natural populations of *Drosophila pseudoobscura*, *Genetics* 54: 595-609.
13. Lewontin, R.C. 1991. Electrophoresis in the development of evolutionary genetics: milestone or millstone? *Genetics* 128: 657-668.
14. Kimura, M. 1983. *The Neutral Theory of Molecular Evolution*, Cambridge University Press.
15. Ewens, W.J. 1972. The sampling theory of selectively neutral alleles, *Theor. Popul. Biol.* 3: 87-112.

16. Sanger, F. et al. 1977. Nucleotide sequence of bacteriophage FX174, *Nature* 265: 687-695.
17. Kreitman, M. 1983. Nucleotide polymorphism at the *alcohol dehydrogenase* locus of *Drosophila melanogaster*, *Nature* 304: 411-417.
18. Van Delden, W. 1982. The alcohol dehydrogenase polymorphism in *Drosophila melanogaster*: selection at an enzyme locus, *Evol.Biol.* 15: 187-222.
19. Charlesworth, B. et al. 1993. The effect of deleterious mutations on neutral molecular variation, *Genetics* 134: 1289-1303.
20. Clark, A.G. 2006. Genomics of the evolutionary process, *TREE*.
21. Cheng, Z. et al. 2005. A genome-wide comparison of recent chimpanzee and human segmental duplications, *Nature* 437: 88-93.
22. Nakabachi, A. et al. 2006. The 160-kilobase genome of the bacterial endosymbiont *Carsonella*, *Science* Vol 314 (13 October): 267.
23. Pérez-Brocal, V. et al. 2006. A small microbial genome: The end of a long symbiotic relationship? *Science* Vol 314 (13 October): 312-313.
24. Abby, S. and Daubin, V. 2007. Comparative genomics and the evolution of prokaryotes, *TRENDS in Microbiology* 15: 135-141.
25. The Chimpanzee Sequencing and Analysing Consortium. 2005. Initial sequence of the chimpanzee genome and comparison with the human genome, *Nature* Vol 437 (1 September): 69-87.
26. Sea Urchin Genome Sequencing Consortium. 2006. The genome of the Sea Urchin *Strongylocentrotus purpuratus*, *Science* Vol 314 (10 November): 941-952.
27. Rast, J.P. et al. 2006. Genomic insights into the immune system of the Sea Urchin, *Science* Vol 314 (10 November): 952-956.
28. Mackay, T.F.C. et al. 2005. Genetics and genomics of *Drosophila* mating behavior, *PNAS* 102: 6622-6629.
29. Carlton, J.M. et al. 2007. Draft genome sequence of the sexually transmitted pathogen *Trichomonas vaginalis*, *Science* Vol 315 (12 January): 207-212.
30. Rusch, D.B. et al. 2007. *The Sorcerer II* global ocean sampling expedition: Northwest Atlantic through Eastern Tropical Pacific, *PloS Biology* 5: 398-431.
31. Yoosseph, S. et al. 2007. *The Sorcerer II* global ocean sampling expedition: Expanding the universe of protein families, *PloS Biology* 5: 432-466.

TASARIM, DOĞAL TASARIM, ZEKİ TASARIM

Ayhan Sol
asol@metu.edu.tr
ODTÜ Felsefe Bölümü

Tasarım kavramı günlük yaşamda sorunsuzca kullandığımız ve bize yeterince açık gibi görünen, ama üzerinde düşünmeye başladığımızda kolayca kafamızı karıştıran hakikat, doğruluk, iyi, zaman gibi kavramlardan biridir. Diğer bir deyişle her birimiz, tasarımılanmış bir nesne gördüğümüzde onu kolayca tanıyabileceğimizden ve diğer nesnelerden ayırt edebileceğimizden emin olsak da, bu kavramın çözümlemesini yapmaya kalkıştığımızda işimiz hiç de kolay olmayabilir. Tasarımlanmış olarak aklımıza ilk gelen nesneler saat, dolma kalem, buzdolabı, bilgisayar, cep telefonu gibi *yapıntılardır* (artifacts). Bu yapıntıların tasarımılanmış olduğunu söyleyebilmemizin nedeni, bunların insanlar tarafından belirli bir amaca hizmet etmek için yapılmış olduğunu bilmemizdir. Ancak bir nesnenin insan ürünü olması, onun tasarımılanmış olduğu sonucunu çıkarmamız için yeterli midir? İnsanın saç, ter, dışkı gibi doğal olarak “ürettiği” nesnelere tasarımılanmış demeyi tercih etmeyiz. O halde bu tür doğal ürünlerle tasarımılanmış ürünleri birbirinden ayırt etmenin bir ölçütü var mıdır?

Bu yazıda ilk önce günlük anlamıyla tasarım kavramını inceleyerek açık ve net bir tasarım kavramımız olup olmadığını ortaya çıkarmaya çalışacağım. Bu çözümlemeden elde edeceğim sonuçları doğal tasarım ve zeki tasarım kavramlarını anlamak için kullanacağım. Göreceğiz ki sıradan tasarım kavramı da yeterince belirsizlikler içermektedir. Böylesi bir kavramın biyolojik/felsefi bir iddiaya temel oluşturamayacağını, ve aslında bu kavrama gerek de olmadığını göstermeye çalışacağım. Daha sonra ise zeki tasarım düşüncesini inceleyecek ve bu görüşteki sorunları göstermeye çalışacağım.

Tasarım

Allen ve Bekoff, tasarım teriminin gündelik kullanımının bile yeterince açık olmadığını iddia etmektedir. Onlara göre bu terim “farklı fakat birbiriyle ilintili en az iki” anlama gelebilir (s. 613). Bunlardan birincisi “belirli bir ereğe yönelik bir dizi eylem öncesi ya da süresince yapılan ayrıntılı planlama” anlamına gelen erek güdümlü tasarımıdır (a.g.e., s. 614). “Erek güdümlü tasarımı ürünleri uygun bir şekilde ‘yapıntı’ olarak adlandırılabilir” (a.g.e.). İkincisi ise “eylemin sonuçları üzerine çok az düşünülse de belli bir yönelim (intention) içerdiği söylenebilecek” eylemlere işaret eden yönelimli tasarımıdır (a.g.e.). Allen ve Bekoff, “binaları ve odaları dekore etmek için kullanılan doğal nesnelerin ...(muhtemelen, yönelimli tasarım bağlamında, planlı bir şekilde stratejik noktalara yerleştirilmiş

olsalar bile) bu amaç için tasarımılanmış olmadıklarının çok açık olduğunu” söylemektedir (a.g.e.). Doğal nesnelerin belli bir şekilde yerleştirilmesinin erek güdümlü tasarıma örnek olamayacağı görüşüne katılıyorum, çünkü böyle bir yerleşim, düzenleyen kimsenin her bir parçanın ait olduğu yere kasıtlı olarak yerleştirilmesiyle ortaya çıkacak bir tasarım oluşturmaya dair hiçbir yönelimi olmadan da gerçekleşebilir. Böyle bir yerleşim yalnızca tasarımılanmış *gibi* gözüktür. Ancak bence bir odanın dekorasyonu incelikli bir planlama gerektirdiğinden, bir yerleştirme, erek güdümlü bir tasarım olmadığı sürece tasarım olarak değerlendirilemez. Dolayısıyla, erek güdümlü tasarım ve yönelimli tasarım arasındaki fark (eğer gerçekten böyle bir fark varsa) bundan daha başka bir düzeyde olmalıdır. Allen ve Bekoff’un erek güdümlü tasarım örneğinde, tasarımcı hem (değiştirilmiş ya da yapılmış olan) parçaları, hem de bütünü tasarımlar. Yönelimli tasarım örneğinde ise kişi, nesneleri (doğal varlıklar ya da yapıntıların parçalarını) bir bütünü tasarımlamak maksadıyla *kullanır*. Sanırım bütün bir yerleştirilme göz önüne alındığında her ikisi de erek güdümlü tasarımdır. Parçaların durumu ise şöyledir: eğer üzerlerinde değişiklik yapıldıysa tasarımılanmış; yapılmadıysa (bir tasarımın parçaları sayılabilirler de) tasarımılanmamışlardır.

Yukarıda özellikle belirtilmese de tasarım düşüncesi, insan etkinliği sonucu ortaya çıkan ürün ve durumları kapsamaktadır. Bu, tasarım ürünlerinin *sadece* insanlar tarafından üretilebilecekleri anlamına gelir mi? Tasarımlanmış olma özelliğini taşıyan insan ürünü olmayan nesneler olabilir mi? Örneğin kunduzlar nehirlerle baraj kurar, leylekler çalı çırpıdan yuva ve arılar ise kovan yapar. Arı ve leyleğin bu nesneleri “içgüdüsel” olarak yaptığı söylenebilse de kunduz gibi memelilerin ürettiği nesnelerde hem zekâ hem de ereksellik veya yönelimliliğin izlerini bulabileceğimizi söylemek bilimsel verilerle çelişmeyebilir.

Diğer taraftan zekâ ve erekselliğin en iyi örneği olan insan ürünü nesne ve durumlar da her zaman göz kamaştırıcı sonuçlara yol açmaz. İnsanlar bir bomba ile bir kenti yerle bir edebilir veya kimyasal atıklarla çevreyi kirletebilirler. *Sistematik* olarak bombalanarak tahrip edilen bir kentin ya da kirletilen bir nehrin *zekâ* ürünü olduğu söylenebilirse de tasarım *eseri* olduğunu söyleyebilir miyiz? Tereddüt etmemizin nedeni tasarım eserlerinin yararlı bir amacı/işlevi olması gerektiğini düşünmemiz kuşkusuz. Yoksa bu sonuçlar ne kadar korkunç olsalar da bu ürün ve durumlar diğer tasarım nesnelerinden ilkece farklı değildirler. O halde şimdilik, nesneleri tasarımılanmış kılan (iyi ya da kötü) bir yönelimle yapılmış olmalarıdır diyebiliriz. Yönelim ortaya çıkacak nesnenin amacını/işlevini büyük ölçüde belirler. Ancak tasarımcının yönelimi doğrudan gözlenebilir olmadığından, bu yönelimi ortaya çıkan nesnenin işlevinde aramamız daha doğru görünebilir. Bu durumda bilinç taşıdıkları düşünülen hayvanların yaptığı nesneler de tasarım nesnesi sayılmalıdır çünkü onlar da bir işleve sahiplermiş gibi görünmektedirler. O halde işlevi olan nesnelerin tasarımılanmış nesneler olduğunu söyleyebilir miyiz?

Fakat bu durumda işlevi olan—yani bir amaç için *kullanılan*—nesneleri de tasarımılanmış nesneler mi sayacağız? Örneğin yukarıda söz ettiğimiz, insanların hiçbir değişiklik yapmadan kullandığı (işlevi olan) doğal nesneleri tasarımılanmış olarak görmeli miyiz?

Bana öyle görünüyor ki tasarım kavramının işlevi açıklamada önemli bir rolü var. Bunu şu şekilde ifade edebiliriz: “Şayet X, Z için tasarımılanmışsa, Z, X’in işlevidir.” Bununla birlikte işlevin zorunlu olarak tasarımın garantisi olamayacağını düşünüyorum. Diyelim ki bir taş parçası herhangi bir kimse tarafından kasıtlı bir biçimde kâğıt ağırlığı olarak kullanılıyor olsun. Bu durumda taşın işlevinin kâğıtların uçmasını engellemek olduğu rahatlıkla söylenebilir. Ama bu taşın kâğıt ağırlığı olarak tasarımılandığını söylemek istemeyiz. Diğer yandan, yapıntıların ve kasıtlı olarak bir iş için kullanılan ama tasarımılanmamış nesnelerin bir işlevi olması için, tasarımılandıkları veya niyet edildikleri gibi iş görmelerine gerek yoktur. Tasarımlanmış nesneler olan yapıntılar için bu daha belirgindir. Sözgelimi konserve açacağı gibi bir yapıntı, tasarım hatası nedeniyle bir konserve açacağı olarak iş görmeyebilir (yani konserve kutularını açmayabilir). Ancak hala konserve açacağına bu işlevi yüklemek yanlış sayılmaz. Diğer örnekte ise taş, kâğıt ağırlığı gibi iş görmek zorunda değildir, çünkü bunun için yeterince ağır olmayabilir. Bana göre, bu işlev ya da amaç için kullanılmaya niyet edildiğinden, onun işlevinin ya da kullanılış amacının halâ kâğıtların uçmasını engellemek olduğunu söyleyebiliriz.

İşlev ve tasarım arasında bir ilişki varsa bile, bu ilişki bize tasarımın ne olduğunu söylememekte tam tersine eğer bir nesne tasarımılanmış olarak kabul edilirse, onun işlevi olduğundan söz etmemizi olanaklı kılmaktadır. Bunun dışında geçmiş deneyimlerimizden kaynaklanan “sezgilerimiz” dışında bir nesnenin tasarımılanmış olduğunu gösterecek bir ilkeye ulaşmak zor görünüyor. O halde belirsizlikler tasarım teriminin günlük dilde kullanımı açısından bir sorun yaratmasalar da, tasarım hakkında çok belirgin olmayan sezgilerimizden yola çıkarak kuramlar oluşturmaya başladığımızda bu sorunları kuramlarımıza da taşıyabileceğimizi söyleyebiliriz. Örneğin, yapıntılarla olan benzerliklerine dayanarak doğal varlıkların da tasarımılanmış olduğunu kabul ederek, buradan tüm evrenin veya bazı doğal varlıkların doğaüstü veya alışılmadık zeki tasarımcılar tarafından tasarımılandığı gibi çabuk sonuçlar çıkararak ciddi yanlışlara düşebiliriz.

Doğal Tasarım

Bu kısımda doğal nesneler ve doğal tasarım düşüncesi üzerinde duracağım. Yukarıda da gördüğümüz gibi tasarım ve işlev arasında kuvvetli bir bağ olduğundan doğal tasarım düşüncesi biyolojik işlevin açıklanmasında da kullanılmaktadır. Bu ilişkiden yararlanarak biyolojik işlevin de açıklanabileceğini iddia eden felsefeciler vardır. Bunlardan biri olan Michael Ruse, doğal tasarımı biyolojik işlevi açıklamak için bir eğretileme olarak kullanabileceğimizi düşünmektedir. Ruse’a göre

“[e]ğer canlı organizmalar tasarımlanmış gibi görünmeselerdi, işlevleri de olmazdı ve varolamazlar ve üreyemezlerdi. Fakat organizmaların işlevleri var ve tasarımlanmış gibi görünüyorlar ve böylece tasarım eğretilmesi ... uygun görünmektedir” (s. 276). Ruse ayrıca şunu belirtmektedir: “bilimde eğretilmeleri sürekli kullanmaktayız ... [söz gelimi] kuvvet, basınç, çekim, itki, iş, cazibe, direnç ... Bu tür eğretilmeler olmasaydı, bilimin sonu gelirdi” (s. 273). Öyle görünüyor ki, eğretilmeler gerçekten de bilimsel etkinliğin bir gerçeği. Bu yadsınamaz kullanımları onları vazgeçilemez kılıyor. Fakat, yine de bilimde kullanılan eğretilmelerin iyi eğretilmeler olup olmadığını sorgulayabiliriz. Ruse da bu sorunu dikkate alarak “[a]slında gerçek soru, bir eğretilmenin gerçekte uygun olup olmadığı sorusudur. Soru, eğretilmeler hiç kullanılmalı mı değil, söz konusu eğretilme evrimi açıklamak için kullanılmalı mıdır?” diye sormaktadır (s. 278).

O halde tasarım eğretilmesinin işlevi nedir? Ruse’a göre “bir eğretilme kullandığımız zaman, bir alandaki bir düşünceyi alıp onu bir diğer alana uyguluyorsunuz demektir—böylece ikinci alan eğretilmenin merceğinden görünmeye başlıyor” (s. 265). Bu, birinci alanda bulduğumuz doğruyu eğretilme yardımıyla ikinci alana aktardığımız anlamına mı geliyor? “[K]esin konuşmak gerekirse eğretilme ikinci alana aktarıldığı zaman yanlıştır, fakat benzerlikler ve üst üste gelmeler—ve bu hareketin yarattığı şok—benzerlikler ve hatta birinci alanda olandan daha fazlasını görmeniz için sizi kışkırtır” (a. g.e.). Bu ifade eğretilmenin sadece bir ilham kaynağı olarak rol oynadığını akla getiriyor ise de, Ruse burada ilhamdan daha fazlasının olduğunu söylemek istiyor gibi görünüyor çünkü eğretilmenin kullanımıyla (ya da keşfedilmesiyle) “başlangıçta eğretilme olan ama daha sonra anlaşılabilir olan ve düz anlamlı (literal) olana doğru ilerleyen yeni bir doğrunun ortaya çıktığını” söylüyor (a.g.e.). Bu durumda eğretilme başka türlü keşfedemeyeceğimiz bir doğrunun ortaya çıkmasına neden oluyor. Fakat yine de Ruse bizi eğretilme ile ortaya çıkan doğrunun, benzerlikle elde edilen “asıl doğru” olmadığı konusunda uyarıyor. Bence Ruse’un iddiaları her ne kadar ilham verici görünseler de duruma gizem katmaktan ya da en iyi olasılıkla eğretilme tarafından harekete geçirilen psikolojik bir sürecin betimlenmesinden öteye gitmiyor. Oysaki yukarıdaki ilk alıntıda çok açık görülebileceği gibi, sadece psikolojik bir süreci betimlemeye çalışmıyor. Orada yapıntılar ve organizmalar arasındaki bir alandan diğerine çıkarım yapmayı olanaklı kılan daha kuvvetli bir bağlantının olduğunu anlatıyor.

Tasarım eğretilmesinin en azından organizmalar ile gerçekten tasarımlanmış yapıntılar arasında benzerliğe işaret ediyor olması gerekir. Bir varlığın diğerine benzemesi ise o varlığın diğerinin sahip olduğu özelliklerden en az birine sahip olması anlamına gelir. Bu özellik işlev, amaç, organizasyon gibi özelliklerden biriye (Ruse bu konuda bir bilgi vermemektedir) bu özelliklerden yola çıkarak organizmaların tasarımlanmış gibi olduklarını söyleyerek fazla bir şey söylemiş olmayız. Oysaki

yapıntılar söz konusu olduğunda, tam tersine yapıntıların tasarımlanmış olmaları onların işlev ve amaçsallık gibi belli özellikler taşıdığı anlamına gelir. Ayrıca tasarımlanmış olmak yapıntıların neden bu özellikleri olduğunu da açıklar. Ruse’un ifadesiyle, “bir yapıntının amacı ona insanlar tarafından kendilerinin belli bir sonuca ulaşması için verilir” (a.g.e., s. 276). Fakat organizmalar (her nasılsa) tasarımlanmış gibi olduklarından onların ancak işlev veya amaçsallığı da olması beklenebilir çünkü bu tür bir uslamla ile organizmaların gerçekten bu özelliklerinin olduğunu bildiğimizden hiç bir zaman emin olamayız.

Doğal tasarım kavramını Ruse’dan daha fazla ciddiye alanlar da var. Bunlara göre biyolojik varlıklar sadece tasarımlanmış gibi gözükmezler, *gerçekten de* tasarımlanmışlardır. Ancak bu iddiada bulunanların, biyolojik varlıkların doğaüstü bir varlık tarafından tasarımlanmış “yapıntılar” olduğunu söylemediklerini vurgulamalıyım. Onlara göre doğal seçim süreci tasarıma yol açan bir süreçtir. Bunu vurgulamak için “tasarımcısız tasarım” kavramını ortaya atmışlardır. Sözgelimi Daniel C. Dennett, doğal seçim sürecinin bir algoritma ile betimlenebilecek bir süreç olduğunu ve sonucunda organizmalar gibi tasarımlara yol açtığını iddia etmektedir. Burada vurgulanması gereken nokta, tasarımlanmış nesnelerin bir işlevi/amacı olduğu düşüncesinin bu düşünürler tarafından kabul ediliyor olmasıdır. Mineraller gibi doğada gözlediğimiz düzenliliklerden farklı bir şekilde, tasarımlanmış nesneler olarak düşünülen biyolojik nesneler işlevi/amacı olan varlıklardır. Diğer doğal varlıklardan farklı olarak biyolojik varlıklara atfedilen işlevin açıklayıcı bir gücü vardır. Mesela minerallerin doğal işlevi olduğundan söz etmek mineral hakkında bize yeni bir (bilimsel) bilgi vermez ama Harvey’nin kalbin işlevinin kanı pompalamak olduğunu keşfetmesi kalbi anlaşılır kılmıştır. Ancak bir organa gelişigüzel bir şekilde işlev atfedemeyiz. Bir organın yaptığı birçok şey vardır. Mesela kalp hem kanı pompalamaz hem de ses çıkarır ve göğüs kafesi içinde bir yer kaplar. Bu durumda kalbin işlevinin ses çıkarmak veya yer kaplamak değil de kanı pompalamak olduğunu nasıl söyleyebiliriz? Daha önceki kısımda bir yapıntının işlevinin yapması için tasarlandığı iş olduğunu söylemiştik. Benzer şekilde kalp gibi organlar ve diğer canlı organizma parça ve kısımları bazı işleri görmek için tasarımlanmıştır diyebilir miyiz?

Doğal tasarımı savunanların doğal seçim sürecinin böylesine bir tasarım süreci olduğunu iddia ettiklerini belirtmiştim. Onlara göre bir yapıntının işlevi, o işlev için tasarımlanmış olmasıyla belirlenirken, biyolojik bir özelliğin işlevi ise, bu karakterin soyunun daha önceki bireylerindeki örneklerinin yapmış olduğundan dolayı seçilmiş olduğu iştir. Bugünkü bir kalbin işlevinin kanı pompalamak olmasının nedeni ilk kez bu organa sahip bireylerde bu organın kanı pompaladığı için seçilmiş ve sonraki kuşaklara aktarılmış olmasıdır.¹ Bu durumda (bir önceki kısmın sonunda belirttiğim

¹ Kalp gibi karmaşık organların bu durumlara örnek olarak kullanılması sorunlu olsa da işlevini çok iyi bildiğimiz bir organ olduğu için biyoloji felsefesi yazınında kullanılmaktadır. Ben de bu nedenle bu örneği kullanıyorum.

gibi) tasarımılanmış bir yapıntı, yapmak üzere tasarımılandığı işi göremese bile onun işlevinin tasarımılanmış olduğı iş olduğunu söyleyebiliyorsak, bir özelliğın işlevinin de (o işi görmese bile) soyunun daha önceki örneklerinde yaptığı için seçilmiş olduğı iş olduğunu söyleyebiliriz. O halde yapıntı tasarımıında tasarım, doğıal seçilim modelinde ise seçilim, işlevi belirlemede bu kadar önemli görülmektedir diyebiliriz. İşte bu nedenledir ki seçilim süreci bir (tasarımcısız) tasarım süreci olarak görülmektedir.

Bu benzerliklere rağmen yapıntılar ve organizmalar arasında önemli farklılıklar da vardır. Bunlardan biri tasarımılanmış bir yapıntının ilk örneğinin bile (tasarımlanmış olduğı işi görmese de) tasarımılanmış olduğı işlevi onun işlevi olarak kabul edilebilirken, biyolojik bir karakterin işlev kazanması için ilk birkaç kuşaktaki örneklerinin söz konusu işi yapmış ve bunun için seçilmiş olmaları gerekmektedir. Diğeri bir ifadeyle, bir eşi daha olmayan bir yapıntının işlevinden söz edebilirsek de, bir eşi daha olmayan biyolojik bir karaktere işlev yüklemek olanaklı değildir. Biyolojik işlevi yapıntı işlevinden ayıran en önemli nokta bence budur. Bunun nedeni açıktır: Doğıal seçilim her zaman için varolan karakterler üzerinden çalışmak zorundadır. Örneğın, bir mutasyon sonucu yeni bir karakter oluşabilir. Belli koşullara bağılı olarak, bir şey olarak işlev görür ve yerine getirdiğı bu işlev nedeniyle seçilirse, bir işlev edinmiş olur. Bir başka deyişle, bir biyolojik karaktere işlev atfedebilmek için, türün en azından (önceki) bazı örneklerinin daha sonradan seçilmelerini sağlayacak olan işi görmeleri gerekir. Ayrıca ortaya çıkmış bir özellik hiçbir değışiklik geçirmeden doğıal seçilim tarafından bir türde yaygınlaştırılabilir. Bu durumda doğıal seçilimin yaptığı tek şey onun yaygınlaşmasını sağlamaktır. Bu durumda seçilim bu özelliğı tasarımılamış sayılmaz. Bu farklılık da seçilim süreci ile tasarımılama arasındaki diğeri bir farklılıktır. Bu nedenle tasarım ve seçilim arasındaki benzerlikler ilham verici olsa da bu iki sürecin birbirinden ayrı tutulmasında yarar vardır. Seçilim süreci, kendine özgü mekanizması ile biyolojik işlevi bir düzeye kadar açıklayabilmektedir. Biyolojik varlıkları tasarımılanmış nesnelere benzetmek ve süreci de bir tasarım süreci olarak görmek bilgimize yeni bir şey eklemekten tasarım kavramındaki belirsizlikler ve farklılıklar sadece kafa karışıklığına neden olabilir.

Zeki Tasarım

Bir önceki kısımda doğıal tasarım düşüncesine biyolojik işlevi açıklamak için başvurulduğunu belirttim. İki bin yılı aşkın bir geçmişi olan doğıüstü yaradılış görüşünün günümüzdeki mirasçısı olan Zeki Tasarım düşüncesidir. Bu düşünce, doğıal seçilime bağılı evrim kuramının açıklayamadığı iddia edilen bazı biyolojik olguları açıklayabilecek yeni bir “bilimsel” kurammış gibi ileri sürülmüştür. Platon’a kadar giden metafizik/teolojik görüşler, doğıadaki düzeni ve/ya canlılardaki uyumluluğı (ve

işlevi) açıklama çabasının bir ürünüdür. Ancak örneğin Thomas Aquinas tarafından tanrının varlığını ispatlamak için de kullanılmıştır. Aquinas beş “kozmozolojik” ispat önerir. Ama Aquinas’a göre bu ispatlar inancın yerini almayı amaçlamaz, sadece inanç ve aklın insanı aynı sonuca ulaştırabileceğini gösterir. Bunlardan beşincisi bugünkü zeki tasarımcıların da mirasçısı oldukları ispattır. Bu ispat doğada bir düzen olduğundan yola çıkar. Şöyle ki, zekâsı olmayan doğal varlıklar da bir amaçları varmış gibi hareket ediyorlar çünkü onlar da en iyiye ulaşmak için her zaman ya da hemen her zaman aynı şeyi yapıyorlar. O halde bu davranışları rastlantısal olamaz. Bir tasarıma göre davranıyor olmalıdırlar çünkü zekâsı olmayan bir varlık ancak zekâsı olan birisi tarafından bir amaca yönlendirilirse o amaca ulaşabilir. Mesela bir ok ancak okçu tarafından yönlendirilirse hedefe ulaşabilir. Bu nedenle doğal varlıkların hepsine amaçlarını veren (hedeflerine yönlendiren) zeki bir varlık olmalıdır. Bu varlık da Tanrı’dır. (Aquinas, s. 26) Aquinas’ın bu ispatta başvurduğu yöntem benzerliğe dayalı bir akıl yürütmedir. Şöyle ki ok ve okçu arasındaki ilişkiden yola çıkılarak doğal varlıkların da onlara bir amaç verecek yaratıcıya ihtiyaç duydukları sonucunu çıkarmaktadır.

David Hume, Aquinas’ın ispatı da dâhil olmak üzere genel olarak tasarıma dayalı ispatın yürümeyeceğini çeşitli yollardan göstermiştir. Hume’un görüşünü şöyle özetleyebiliriz. Hume’a göre tasarım ispatı farklı tür nesneler arasındaki benzerliğe dayanır ve zayıf tarafı da budur. Bu ispatlarda bize öncelikle insan ürünü karmaşık cihazların bir tasarımcı tarafından yapılmasının gerekli olduğu gösterildikten sonra, bu cihazlara “çok benzeyen” organizmaların da ancak bir zeki tasarımcı/yaratıcı tarafından yapılmış olması gerektiği sonucu çıkarılır. Örnek olarak,

Saatler zeki tasarım ürünüdür.
Saatler ve canlılar benzerdir.

=====

O halde, canlılar da zeki tasarım ürünüdür. (Sober, s. 33)²

Hume’a göre buradaki en önemli sorun, çıkarımın karşılaştırılan iki varlık arasındaki benzerliğin derecesine bağlı olmasıdır.

İnsanlarda kan dolaşımı vardır.
İnsanlar ve köpekler benzerdir.

=====

O halde, köpeklerde de kan dolaşımı vardır. (a.g.e., s. 34)

² Bu ve sonraki çıkarımlarda öncüllerden sonra kullanıla iki çizgi çıkarımın mantıksal bir çıkarım olmadığını göstermektedir.

Bu çıkarım gayet makuldür çünkü insanlar ve köpekler birbirine yeterince benzemektedir. Ancak aşağıdaki çıkarım bize o kadar da kabul edilir gözükmez.

İnsanlarda kan dolaşımı vardır.
İnsanlar ve bitkiler benzerdir.

=====

O halde, bitkilerde de kan dolaşımı vardır. (a.g.e.)

Bu çıkarım yanlış bir sonuç vermektedir çünkü bitkiler ve insanlar böyle bir sonucun çıkarılabilmesi için yeterince benzememektedirler. O halde sonucun doğru olduğuna olan inancımızın benzeştirilen iki nesne türü arasındaki benzerliğin derecesine bağlı olduğunu söyleyebiliriz (a.g.e.). Bu iki nesne köpek ve insan olduğunda her ikisinde de kan dolaşımı olduğu sonucunu çıkarabiliyorsak da bitki ve insan benzerliğinden aynı sonucu çıkaramıyoruz. Hume'un vurguladığı önemli nokta, öncelikle iki varlık türü arasındaki benzerliğin derecesinin gösterilmesi gerektiğidir. Ama ondan sonra da bu varlıkların birbirine benzemeyen tarafları da dikkate alınmalıdır çünkü bu farklılıklara dayanarak yapılacak çıkarımlar da benzerliklere dayanarak yapılan çıkarımlar kadar meşrudur. Söz gelimi eğer canlılar ve insan ürünü yapıntıların benzerliğine dayanarak tanrının varlığından söz etmek istiyorsanız şunları da düşünmeniz gerekmektedir: İnsan ürünleri çoğu zaman deneme-yanılma yoluyla ve birçok tekrardan sonra ortaya çıkar. Bu durumda organizmalar da bu tür bir deneme yanılma sürecinin bir sonucu mudur? (Hume'un dönemindeki Hristiyanlar buna evet diyemezdi çünkü bütün canlı türlerinin ayrı ayrı ve bir kerede yaratıldığına inanıyorlardı.) Hume'un diğer bir örneği ise şöyledir. Çoğu zaman insan yapısı yapıntılar birden fazla tasarımcı tarafından meydana getirilmektedir. Bu durumda canlıların da bir tanrı grubu tarafından yapıldığını mı söyleyeceğiz?

David Hume'dan sonra yaşamış olan William Paley'nin tasarım görüşü her ne kadar Hume'un ele aldığı ve çürüttüğü tasarım görüşüne çok benzese de, bazı çağdaş felsefeciler Paley'nin akıl yürütmesinin çok farklı olduğunu ve Hume'un itirazlarının geçerli olmadığını iddia etmektedir. Onlara göre Paley de önce insan ürünü nesnelerle başlar ve bunların varlığını bir tasarımcı ile açıklayarak canlıların da zeki bir tasarımcının ürünü olduğu sonucunu çıkarıyormuş gibi görünür. Ancak onun akıl yürütmesi şu şekilde işlemektedir. Elliott Sober'a göre Paley'nin görüşünün mantıksal yapısı şudur:

Doğru olduğunu gözleme dayalı olarak bildiğimiz bir önerme alalım ve buna O diyelim. Sonra O 'nun neden doğru olduğunu gösterecek H_1 ve H_2 gibi iki varsayıma başvuralım. Bu durumda olabilirlik (likelihood) ilkesi şu şekilde ifade edilebilir:

Eğer H_1 O 'nun olasılığını H_2 'den daha fazla arttırıyorsa O H_1 'i H_2 'ye göre daha fazla destekler.

... [Daha biçimsel bir ifadeyle]

Eğer $P(O/H_1) \gg P(O/H_2)$ ise O H_1 'i H_2 'den daha fazla destekler. (s. 31)

Burada dikkat edilmesi gereken en önemli husus bir varsayımın bir gözlem önermesinin olasılığını arttırması ve buna karşın gözlem önermesinin de bu varsayımı diğerinden daha fazla desteklemesi, o varsayımın *sadece* olabilirliğini (likelihood) arttırır ama onun olasılığını arttırmaz, ya da onu daha kabul edilir (plausible) veya doğru yapmaz.

Şimdi aynı mantığı Paley'nin çıkarımlarını anlamak için kullanalım. Yukarıdaki saat örneğimize dönersek Paley'nin görüşünü şu şekilde ifade edebiliriz:

A : Bu saat karmaşıktır ve zamanı göstermeye uygundur.

W_1 : Bu saat zeki bir tasarımcının ürünüdür.

W_2 : Bu saat rastlantısal fiziksel süreçlerin ürünüdür. (Sober, s. 33)

Burada W_1 ve W_2 varsayımları A gözlem önermesinde verilen gözlemi açıklamak üzere öne sürülmektedirler. Eğer zeki bir tasarımcının ve rastlantısal fiziksel süreçlerin olduğunu varsayarsak W_1 ve W_2 'den hangisi A 'yı daha iyi açıklar? W_1 'in bunu daha iyi yapacağı açıktır çünkü rastlantısal fiziksel bir sürecin sonucu olarak bir saatin oluşmasının olasılığı olanaksızlığa yakındır. Ama zeki bir tasarımcının olduğunu varsayarsak bu saatin nasıl oluştuğunu açıklamamız kolaylaşır. Diğer bir ifadeyle, eğer $P(A/W_1) \gg P(A/W_2)$ ise, o zaman A , W_1 'i W_2 'ye göre daha kuvvetli bir şekilde destekler. (A gözlem önermesine göre W_1 'in olabilirliği W_2 'nin olabilirliğinden daha yüksektir.) Paley aynı mantığı canlılara da uygular.

B : Canlılar karmaşıktır ve hayatta kalma ve üreme etkinliğine çok uygundurlar.

L_1 : Canlılar zeki bir tasarımcının ürünüdür.

L_2 : Canlılar rastlantısal fiziksel süreçlerin ürünüdür. (Sober, a.g.e.)

Saate benzer şekilde canlıların rastlantısal fiziksel süreçlerin ürünü olması varsayımının canlıların oluşumunu açıklaması zeki tasarımcı varsayımıyla karşılaştırıldığında çok zayıftır. Diğer bir ifadeyle, Paley'e göre burada $P(B/L_1) \gg P(B/L_2)$ ise, o zaman B , L_1 'i L_2 'ye göre kuvvetli bir şekilde destekler (Sober, a.g.e.). (B gözlem önermesine göre L_1 'in olabilirliği L_2 'nin olabilirliğinden daha yüksektir.) Ancak daha önce belirtildiği gibi bu sonuç, bu varsayımın doğruluğu hakkında herhangi bir bilgi vermez. Sadece bu varsayımın, söz konusu gözlem ışığında diğer varsayıma göre olabilirliğinin (likelihood) daha yüksek olduğundan söz edilebilir.

Zeki tasarımcı varsayımının olabilirliği ancak rastlantısal fiziksel süreçler varsayımıyla karşılaştırıldığında artmaktadır. Paley'nin zamanında canlıların oluşumuyla ilgili bir başka bilimsel varsayım olmadığı için, zeki tasarım varsayımı birçok kişiye doğru gibi görünmekteydi. Darwin'in evrim kuramı bu durumu tamamen değiştirmiştir çünkü artık zeki tasarım varsayımı rastlantısal fiziksel süreçler varsayımı ile değil evrim kuramıyla rekabet etmek zorundadır. Şimdi zeki tasarım varsayımını evrim kuramı ile karşılaştırabiliriz. Öncelikle şunu belirtmemiz gerekmektedir. Eğer zeki tasarımcı Paley'nin de inandığı gibi Hristiyan tanrısı ise onun sadece bir tasarımcı olmadığını, başka çok önemli özelliklerinin de olduğunu kabul etmek zorundayız. Diğer bir ifadeyle Hristiyan tanrısı mutlak zeki, mutlak iyi, mutlak güçlü ve her şeyi bilen bir varlıktır. Bu durumda bu sıfatlara sahip bir varlığın yaratacağı varlıkların da hatalı olmaması gerekir. Bir saat ne kadar karmaşık ve hassas olursa olsun ancak sınırlı bir zekânın ürünüdür. Oysaki tanrı bundan daha iyisini yapmış olmalıdır. Onun yarattığı canlılar çevrelerine mükemmel uyum sağlamış, hatasız varlıklar olmalıdır. Ancak bilimsel araştırmalara göre her ne kadar genellikle canlılar çevrelerine çok iyi uyum sağlamış olsalar da bu uyum mükemmel değildir. Birçok hatalı örneğin yanında zaman içinde çevresine uyum sağlayamayarak yok olan milyonlarca tür vardır. O halde açıklamak isteyeceğimiz gözlem önermesi (G) şu şekilde ifade edilmelidir.

G: Canlılar çevreleriyle mükemmel olmayan bir şekilde uyumludurlar.

V_1 : Türler, mutlak zeki, iyi, güçlü ve her şeyi bilen bir tanrı tarafından ayrı ayrı yaratılmıştır.

V_2 : Türler (ortak bir atadan) doğal seçim yoluyla evrim geçirerek ortaya çıkmıştır.

Bu iki varsayımı gözlem önermemiz ile karşılaştırdığımızda, evrim varsayımının olabilirliği (likelihood) daha yüksek gözükmemektedir çünkü eğer V_1 'in gerçek olduğunu kabul etseydik, canlıların çevrelerine mükemmel olmayan uyumunu çok iyi açıklayamazdık. Mükemmel bir yaratıcının mükemmel olmayan varlıkları yaratmış olması çelişkilidir. Oysaki doğal seçim mükemmel olmayan uyumu gayet iyi bir şekilde açıklayabilmektedir.

Bir önceki örnekte bir varsayımın olabilirliğinin diğerine göre yüksek olmasının onun daha kabul edilebilir, daha doğru olduğu anlamına gelmediğini belirtilmişti. Burada da aynısı geçerlidir. Doğal seçilime bağlı evrim kuramının sadece söz ettiğimiz gözlem önermesini daha iyi açıklıyor diye doğru olması beklenemez. Bunun için başka kaynaklara başvurmamız gerekmektedir. Son yüz elli yıldır yapılan araştırmalar evrim kuramını bilimsel bir varsayım olarak destekleyecek sayısız kanıt sağlamaktadır. Ama yine de zeki tasarım ile evrim arasındaki son savaş henüz yapılmamış gibi

gözükmemektedir, çünkü son yıllarda öne sürülen Zeki Tasarım görüşü öncekilerden bazı farklılıklar göstermekte ve görünüşte yeni bir iddiada bulunmaktadır. Oysaki yeni olan sadece gözlem önermesi olarak seçtikleri önermelerdir. Onlar doğadaki düzeni ya da canlılardaki mükemmel uyumluluğu açıklamaya çalışmak yerine sadece belli tür olguları açıklama konusu etmektedirler. Zeki Tasarımın bu yeni kuramcılarının Michael Behe bunu “indirgenemez karmaşıklık” olarak adlandırmaktadır. Behe ve diğer kuramcılara göre birçok biyolojik olay evrim kuramıyla açıklanabilir olsa da (kuşkusuz bu evrim kuramını kabul ettiklerini göstermiyor) öyle biyolojik olaylar vardır ki bunlar Darvinci kuramla açıklanamaz. Onlara göre Darvinci kuram her bir özelliğin daha önceki daha basit özelliklerden küçük ilerlemelerle oluştuğunu iddia etmektedir. Öyle ki memeli gözü gibi çok karmaşık bir organ bile daha önceki daha basit gözlerden oluşmuştur. Ancak onlara göre memeli gözünün tüm parçaları öyle bir bütünlük oluşturmaktadır ki bunlardan herhangi birinin çıkarılması gözü işlevsiz hale getirecektir. Göz ancak var olduğu haliyle, bir kerede (zeki bir müdahale ile) ortaya çıkmış olmak zorundadır çünkü “yarım göz” hiçbir işe yaramaz. Oysaki evrimsel biyologlar göz gibi karmaşık organların bile adım adım nasıl oluşabileceğine dair kanıt ve modeller öne sürmüştür. Bu modellerin ortak yanı karmaşık bir organın tüm parçalarının doğal seçim yoluyla, sırayla eklenmesinin gerekmemesi ilkesidir. Çok eskiden beri bilindiği gibi doğal seçim elinde fazla malzeme olmayan bir tamirci gibi çalışır. Bir ihtiyaç ortaya çıktığında daha önce başka bir işe yarayan bir parça yeni bir işlev kazanabilir. Bunu çimento kullanılmayan kemerli taş köprülerin yapılmasına benzetebiliriz. Kemerli köprülerde merkezdeki kilit taş olmadan diğer taşların durması olanaksızdır. İlk bakışta bu köprülerin yapılması için *mucize* gerektiği düşünülebilir. Oysaki köprüyü yapmadan önce onu ayakta tutacak bir başka yapı inşa edilerek, taşların tek tek yerine konulması olanaklıdır.

Sonuçlar

1) Tasarımı bir tasarımcının ürünü olarak tanımlamak yeni bir bilgi vermez. Tasarımcının amacı, yönelimi gibi özellikler, tasarım hakkında net bir bilgi sağlamaz çünkü bu kavramların kendileri yeterince açık değildir. Tasarımı, nesnenin düzenlilik, organizasyon, işlev gibi bir özelliklerle tanımlamak ise istenenden daha çok sayıda nesneyi tasarımılanmış olarak kabul etmemize yol açmaktadır.

2) Biyolojik işlevi açıklamak için ortaya atılan ve doğal seçim süreci içinde açıklanan doğal tasarım, biyolojik işlevi açıklamakta yetersiz kalmakta ve hatta ancak işlev kavramıyla açıklanabilen yararsız bir düşünceye dönüşmektedir.

3) Zeki tasarım ise 2500 yıldır çeşitli yorumlarıyla birlikte biyolojik işlevi/uyumluluğu açıklamak ve tanrının varlığını ispat etmek üzere ileri sürülmüş bir kavram olarak bu amaçlarından hiçbirini layıkıyla yerine getirememektedir.

Değinilen Kaynaklar

- Allen, C. and Bekoff, M. (1995) Biological Function, Adaptation, and Natural Design. *Philosophy of Science*, 62, 609-22.
- Aquinas, T. (2006) *Summa Theologiae, Questions on God*. (Editörler: Brian Davies ve Brian Leftow) Cambridge, Cambridge University Press.
- Behe, M. (1996) [*Darwin's black box: the biochemical challenge to evolution*](#). New York, NY, Simon & Schuster.
- Dennett, D. C. (1995) *Darwin's Dangerous Idea: Evolution and the Meanings of Life*. London, Simon & Schuster.
- Hume, D. (1980) *Dialogues Concerning Natural Religion and the other Posthumous Essays*. Indianapolis, Hackett Publishing Company.
- Paley, W. (1963) *Natural Theology*. Indianapolis, Bobbs-Merrill.
- Ruse, M. (2003) *Darwin and Design: Does evolution have a purpose?* Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Sober, E. (1993) *Philosophy of Biology*. Oxford, Oxford University Press.

Fen Bilimci Gözüyle Teori ve Evrim: Bir Bilimsel Teorinin Alternatifi Ancak Başka Bir Bilimsel Teoridir!

Battal ÇIPLAK

Akdeniz Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü 07058 Antalya

Evrım kelimesi her insanda farklı bir algılama uyandırır. Kimileri ilk defa duymuş gibidir ve kendileri için hiçbir şey ifade etmez. Kimilerine tanıdık gelir, bir yerlerden işitmişlerdir, fakat fazla ilgilendirmez. Kimileri için ise evrim, dünyevi bir sapkınlık, kutsal olanın aksine insanın yüceliğine bir hakarettir. Bu gruptaki kişiler için bu terim ve onunla barışık her şey ne pahasına olursa olsun, mücadele edilmesi, hatta ve hatta uçtakileri için ortadan kaldırılması gereken savlar olarak algılanır. Bu kişilerin dogmalarına ve değer yargılarına ters olan her şey onlar için değersiz birer saçmalaktır. Bazen evrim terimine pozitif olanlar da evrimi bir yandaşlık tarzı ile algılar ve bu yaklaşım ile terime yine duygular yüklenir ve o değer yargıları ile özdeşleştirilir. Dolayısıyla arı bilimsel biçimiyle değerlendirme bulanıklaşır.

Terime yönelik yaklaşımların bu denli çeşitli olmasının nedeni, evrimin canlı bilimlari dışında çok sayıda bilimsel ve edebi/sanatsal alana etkisinin olmasıdır. ‘Süreçte değişim’ olgusuna bağışık bir alan neredeyse düşünölemeyeceğı gerçeğı evrim kavramının istisnasız her alana yansımalarının ve bir şekilde terminolojisinde yer almasının ve içeriğıne tınısının sızmasının bir nedenidir. Bu nedenle de bir o kadar anlam yüklü bir terim halini almıştır. Doğaldır ki her bir entelektüel yaklaşım evrim terimini, temel nitelikleri benzer kalmak kaydıyla, kendi pencerelerinde tanımlar ve kullanır. Ancak, bu durum bireysel olarak evrim kavramına her yönüyle hakim olmayı da güçleştirir. Dolayısıyla, ‘doğal seçim yoluyla evrim’ kavramının sınırlı bir çerçevede, asıl alanı olan doğa bilimlerinin bakış açısıyla ele alınıp tartışılması, bizlere daha somut değerlendirme ve saptamalar yapma fırsat verir.

Hiç şüphe yok ki evrim ile ilgili tüm değerlendirmelerde Darwin işin içindedir. Oysa süreç içerisinde değişim olgusunun Darwin ile doğrudan bir ilgisi yoktur. Hatta tarihsel planda ‘*doğal seçim yoluyla evrim*’ yaklaşımından çok önce hem genel anlamda hem de canlı bilimlerinde evrim kavramı literatürde mevcuttur. Fakat yine de ‘karşıtlar’ diğerlerine değil Darwin’e tepkilidirler. Öyle ki evrim bu çevrelerde filozofik bir akım olarak görülüp “Darwinizm” olarak adlandırılmaktadır. Tabi bu yaklaşım tarzı aynı zamanda bu çevrelerin konuya ne kadar bilimsel bakabildiklerini de ortaya koymaktadır. Belirtilmesi gereken bir durum var ki, o da Darwin’in kitabının en başında bahsettiğı gibi (Türlerin kökeni sayfa 9-20) kendisinden önce de türlerin sabit varlıklar olmadıkları ve süreç

içerisinde değıştiklerine ilişkin hatırı sayılır verinin mevcut olduğudur ve 17. ve 18. yüzyıllarda birçok bilim insanınca da benimsediğidir. Bilinmeyen ise bu değışimin nasıl gerçekleştiğidir. Hatta Lamarck bir değışim mekanizması önermiş, ancak Lamarck tarafından tanımlanan değışim mekanizmasının bilimsel sınamalarda destek almaması nedeniyle bilim çevrelerince benimsenmemiş ve tarihteki yerini almıştır. Bilinmelidir ki Lamarck'ın evrimsel biyoloji tarihinde çok önemli katkıları vardır. Lamarck'ın görüşleri bu alandaki çalışmalara bir ivme kazandırmış ve ileri sürdüklerinin bilim çevrelerince sınanması bilim insanlarını yeni açılımlara götürmüştür. Sözelimi türlerin sabit varlıklar olmadıkları, süreç içerisinde değıştiklerinin bir genel kabul haline gelmesinde onun çok önemli katkısı olmuştur. Keza her ne kadar önerdiği temel değışim mekanizması (somatik değışimlerin kalıtımı) doğru olmasa da kullanılan özelliklerin korunduğu ve kullanılmayanların gerilemeye yüz tuttuğu da canlı dünyasına bakış açısından çok önemli bir aşamadır.

Darwin 'doğal seçim yoluyla evrim' teorisini formüle ettiği iki önemli eseri olan (i) *Türlerin Kökeni Üzerine* ile (ii) *Eşeyssel Seçim ve İnsanın Türeyişi*'de ortaya koyduklarının dolaylı olarak işaret ettikleri bir yana, bir felsefi veya dini tartışma içerisinde de olmamıştır. Hatta *Türlerin Kökeni Üzerine* adlı kitabında (Darwin, 1859: 386) '*bu kitapta sunulan görüşlerin her hangi bir kimsenin dinsel inançlarını sarsması için anlaşılır bir gerekçe görmüyorum*' diyerek kendisine yöneltilecek dinsel eleştirilere olan şaşkınlığını önceden belirtmiştir. Günümüzde de, tıpkı o dönemde olduğu gibi, karşıtların tüm yaklaşımları bilimsel değil, inanç çerçevesindedir. Peki, neden Darwin'in '*doğal seçim yoluyla evrim*' teorisini hem kendisinden önceki düşünürlerin (Aristo, Buffon, Lamarck, Geoffroy, Dr. Wells, W. Herbert, Prof. Grant, Prof. Haldeman, Prof. Owen, Herbert Spencer vd.) aynı konuya yönelik teorilerinin yerini almış, hem de neden yerine yeni bir teori önerilememiştir? Ya da neden bu gün alternatifi olabilecek bilimsel bir teori yoktur? Bu soruların cevapları ile alınan tepkilerin nedenleri arasında bir paralellik olduğu açıktır.

Bir bilimsel teorisinin alternatifi ancak başka bir bilimsel teoridir!

Bilim veya ilişkili kavramlar doğru tanımlanmadan *doğal seçim yoluyla evrim teorisini* de doğru olarak değerlendirilemez. Başka bir şekilde söylemek gerekirse bilimi algılama ile evrimi algılama arasında birebir bir paralellik vardır. Bilim veya ilişkili kavramlar yanlış algılanıyor veya tanımlanıyorsa evrim de yanlış algılanır ve tanımlanır. Ülkemizde evrim karşıtlığının asıl nedeni budur. Bu noktada bazı terimleri evrensel olarak bilindikleri veya tanımlandıkları şekli ile doğru olarak tanımlamak önemlidir (Kenedy vd., 1998; Örs, 2007; Yıldırım, 2005)

Bilim (science): Kabul gören bilimsel metotlarla doğayı anlama yolu

Varsayım (Hipotez = hypothesis): Gözlem, deney veya her ikisi ile sınanabilen doğal bir veya daha fazla olguya (fenomene) ilişkin bir açıklama; bilimsel olarak dikkate alınması için doğrulanabilir olduğu kadar yanlışlanabilir de olmalıdır.

Gerçek (fact): gözlemlerle sürekli olarak desteklenmiş bir olgu (fenomen)

Yasa, kural, ilke veya prensip (law or rule): belirlenmiş koşullarda doğal bazı olguların nasıl işleyeceğine ilişkin tanımlayıcı genelleme

Teori veya Kuram (theory): Çok sayıda gerçek, yasa ve doğrulanmış varsayımı (veya başka teorileri) ilişkilendiren, doğa ile ilgili iyi desteklenmiş bir açıklama

Yukarıdaki tanımlar günümüz biyoloji literatüründe yer alan ve canlı bilimcilerin üzerinde uzlaştıkları tanımlardır. Canlı bilimciler de bu terimleri kabul ederek iş yaparlar. Bu terimsel arka plan olmadan neyin bilimsel veya neyin bilimselliği olmadığına karar vermek olası değildir. Örneğin, bir açıklamanın bilimsel olması, kabul gören bilimsel metodlarla sınanabilir olmasını gerektirir. Benzer şekilde, teori birçoğumuzun günlük hayatta kullandığı gibi bir insanın bir konudaki rastgele görüşü değildir. Bir konuya ilişkin bir görüşün bir varsayım olabilmesi için, sınıandığında ret veya kabul edilebilme potansiyeline sahip makul bir açıklama olmalıdır. Diğer taraftan bir teorinin şekillenmesi bir süreç işidir ve çok sayıda sınamadan geçmiş ve destek almış olması gerekir. Bilimsel terminoloji açısından belirtilmesi gereken önemli bir konu teori kavramının bir şemsiye kavram niteliğinde olduğudur. Bir teorinin kapsamlı açıklamalarına dayandırılan birçok bilimsel gerçeği, aynı çatı altında yer alan değişik olgulara yönelik birçok doğrulanmış varsayımı ve birçok yasa (genelleme) veya kuralı ilişkilendirmesi söz konusudur. Örneğin evrim teorisi şemsiyesi altında tanımlanmış çok sayıda alt teori söz konusudur: eşeysel seçilim teorisi, zıt eşeysel seçilim teorisi, antagonistik birlikte evrim teorisi, dişi tercihi teorisi, sperm rekabeti teorisi, iyi gen teorisi, vikaryant türleşme teorisi, simpatrik türleşme teorisi, soyiçi üreme çöküşü teorisi, hibrit üstünlüğü teorisi ve daha onlarcası.

Bilimsel genellemeler (teori, yasa, kural veya bilimsel gerçek) için öncelikle belirtilmesi gereken temel noktalardan biri, hiç birisinin mutlak olarak kabul edilemeyeceğidir. Bir genellemenin açıklamaları mutlak olarak kabul edildiğinde o genelleme bilimsel niteliğini yitirir. En iyi şekilde açıklanmış ve sürekli destek almış açıklamalar bile her zaman yanlışlanabilme veya tekrar tekrar doğrulanma potansiyelini korumalıdır. Bilimsel gerçekler bile zaman içerisinde nitelik değiştirebilirler. Mutlaklaştırma bilimsel genellemeyi bilimin ruhuna uygun ussal eylem olan “bilmekten” çıkarır ve bilimsel olmayan diğer bir ussal eylem olan “iman etmeye” (yani sorgulamaksızın kabul etmeye) götürür.

Bilimin birikimsel bir özelliğinin olduğunu bilmek önemlidir. Doğada gözlenen bir örüntü için mantıklı ve nesnel bir açıklama (bir varsayım) önerme ve bu ön açıklamayı makul sınaama metotları ile doğrulama/yanlışlama basamakları önemli olsa da, genel bilimsel birikim için ayrıca önemli konular vardır. Örneğin Charles Darwin genetik bilmiyordu ve teorisini temel genetik prensiplerden bihaber formüle etmiştir. John Gregor Mendel bazı temel genetik prensipleri Darwin'den çok sonra formüle etti, ancak o da DNA'nın ne olduğunu bilmiyordu. Dobzhansky modern genetik biliminin önemli otoritelerindendi, ancak, DNA'da fazladan yazılım (overprinting) onun ölümünden sonra keşif edildi. Süreçte bilimsel birikim teorileri süreç içerisinde netleştirir, boyutlandırır, derinleştirir ve ilk halinden farklı kılabilir ya da bazen yerlerine yenilerinin önerilmesini sağlar. Bu süreç bir teorinin veya çatısı altında oluşturulan diğer bilimsel genellemelerin (yasa, bilimsel gerçek, kural vb.) yenilenmesini veya değiştirilmesini getirir veya yeni genellemelere olanak sağlar. Bilimin bu birikimsel niteliği bazen yanlış yorumlanır veya tanımlanır. Bazı çevreler bir “açıklamanın önce bir varsayım olarak ortaya çıkacağı ve doğrulanmamış bir teori olarak varlığını sürdüreceğini ve doğrulandığında yasaya dönüşeceği” gibi yanlış bir tanım içerisindedirler. Bir yasa belirli koşullarda bir olayın gerçekleşme olasılığını tanımlayan bir genellemedir. Teorinin böyle bir niteliği yoktur ve bilimsel teoriler için böyle bir koşul öngörme evrensel bilimsel anlayışla bağdaşmaz.

Doğal bir fenomene (olguya) ilişkin birden fazla alternatif teori söz konusu olabilir ve bu alternatif teorilerin her biri fenomeni belirli yönleriyle açıklamada daha başarılı olabilir. Ancak bir fenomenle ilgili bir açıklamanın alternatif teori olarak kabul görebilmesi için her birinin bilimsel ölçütlere uygun olması bir ön koşuldur. Bu açıdan değinilmesi gereken birçok nokta bulunmasına karşın, bazı temel konular ayrıca önemlidir. Hiçbir zaman sınanmamış bir açıklama bir teoriye alternatif olamaz. Örneğin ülkemizde çocuklar ebeveynlerine *“ben nasıl oldum veya nereden geldim”* diye sorduklarında yaygın olarak verilen bir cevap olan *“leylek getirdi”* açıklaması üreme biyolojisine ilişkin genellemelerin bir alternatifi olamaz. Burada, söz konusu varsayımın ne kadar makul olduğunun hiçbir önemi yoktur. *Leyleklerin insanlara çocuk getirmesi* makul ve sınanabilir olsa bile gözlem veya deneylerle sınanıp doğrulanmadığından hiçbir bilimsel geçerliliği yoktur. Mantıklılığı sınamaya değer bir açıklama olmasından öte bir şey ifade etmez. Alternatif teorilerin tam olarak bir birinin zıttı kapsamlara da sahip olmaları gerekmez. Hatta birçok kez iki veya daha fazla alternatif teorinin kapsamları geniş kesişim kümelerine sahiptirler. Örneğin biyolojide tür dediğimiz canlı birliğine ilişkin genellemelerin (literatürde dikkate alınan 20'den fazla tanım vardır) hemen tümü türü bir üreme birliği olarak kabul ederek varsayımlarda bulunurlar. Aynı bağlamda değinilmesi gereken diğer bir nokta alternatif iki açıklamanın her birinin kendi açıklayabildiği ile güçlü olduğudur. Yaygın olarak bazı çevrelerce

başvurulan bir yöntem olmasına karşın, hiçbir zaman alternatif iki açıklamadan biri diğerinin açıklayamadığı bir nokta ile güçlü değildir.

‘*Doğal seçim yoluyla evrim*’ teorisi fen bilimlerine ait olup bu alanın ölçütlerine göre, kısaca bilimsel metotlar penceresinden ele alınmalı ve değerlendirilmelidir. Bilim, doğada gözlenen olay ve olgulara nesnel, makul bir açıklama getirme ve bu açıklamaları uygun bilimsel metotlarla (deney, gözlem veya karşılaştırma) sınaama işidir. Tanımından da anlaşılacağı gibi doğrudan ya da dolaylı olarak gözlenemeyen hiçbir şey bilimin uğraş alanı içerisinde yer almaz. Bu açıdan bilimin turnusol kâğıdı nesnelliktir. Deney ve gözlemlerle somut veri haline getirilemeyen hiçbir açıklamanın bilimde yeri olmadığı gibi hiçbir değeri de yoktur. Zaten eğer ölçemiyorsanız bilginiz eksik veya yetersiz demektir. Yeterince bilmiyorsanız “biliniyor” veya “bilimsel” diye değerlendiremezsiniz. Nesnellik, bilimsel yöntemin sağladığı güvenilir bilginin ve olguları açıklama gücünün tek kaynağıdır. İnsanlık tarihindeki hiçbir çaba (felsefe, mitoloji, metafizik vb) bu güce erişememiştir. Bu yüzden ki günümüzde bilim büyük bir itibar görmekte ve kullandığı yöntemler ve nesnelliği de onu diğer düşünce tarzlarından ayırıp özel kılmaktadır.

İyi bir teorinin, bilim felsefesi yönüyle belirtilmesi veya tartışılması gereken başka birçok yönü bulunsa da, teorinin anlaşılabilirliğinin basitliği ile ve gücünün her sınamadan almış olduğu desteklerle doğru orantılı olduğunu bilmek önemlidir. *Doğal seçim yoluyla evrim* yukarıda tanımlanan temel nitelikleri karşılamamanın yanında, hem basit hem de güçlüdür. Bu nedenle, Darwin-Wallace’in açıklamaları yerine, aynı konuları açıklayabilen alternatifleri henüz geliştirilememiştir. Hatta daha da önemlisi o, aynı çatı altında daha özgül konuları açıklayan çok sayıda yeni teorinin geliştirilmesine kaynaklık etmiş ve günümüz biyolojik bilimlerinin omurgasını oluşturmuştur.

***Doğal seçim yoluyla evrim* teorisinin özü ve bilimsel nitelikleri**

Peki, doğal seçim yoluyla evrim teorisi nedir? Bu soruya cevap vermeden önce şu konuya açıklama getirelim; her ne kadar bu teori çoğunlukla Charles Darwin’in adıyla anılsa da, Darwin’in teorinin tek babası olmadığı bilinmelidir. İlk olarak *Charles Darwin- Alfred Russel Wallace Kuramı* adı ile Darwin tarafından 1858’de Londra’da bir doğa tarihi kuruluşu olan Linnean Society’nin Temmuz ayı toplantısında sunulmuş ve derneğin dergisinin üçüncü cildinde yayınlanarak kamuoyuna duyurulmuştur. Dolayısıyla Darwin, ‘doğal seçim yoluyla evrim’ teorisinin sahibi olma onurunu Wallace ile paylaşmıştır.

Doğal seçim yoluyla evrim teorisi aslında bir önermeler zinciridir. *Türlerin kökeni üzerine*’de Darwin (1859) teoriyi bir sayfada 4 önerme şeklinde özetlemiş ve 459 sayfalık kitabın kalan kısımlarında bu dört önermeyi sınamaya yönelik verileri sunmuştur.

Darwin'in birinci önermesi "**Türleri oluşturan bireyler varyasyon gösterirler**" şeklindedir. Yani tür dediğimiz koyun, keçi, toprak solucanı, kedi, sirke sineği ve insan vb. canlı birliklerinin bireyleri başka bir türün bireylerine göre birbirlerine daha benzer olsalar da tıpa tıp birbirlerine benzemezler ve hemen her özellikleri bakımından birbirlerinden farklıdırlar. Bu durum şimdiye kadar saptanmış 2 milyon kadar türde gözlenmiştir ve Darwin'in önermesinin aksi yönde tıpa tıp aynı bireylerden oluşan bir tür henüz bildirilmemiştir. Doğal seçim yoluyla evrim teorisinin bu önermesi herkesin sınamasına açıktır ve gelecekte de açık olacaktır. Bilimsel yöntem acımasızdır ve aksi yönde veri elde edildiğinde, teori ya değiştirilecek ya da tamamen reddedilecektir.

Darwin'in ikinci önermesi "**var olan bu varyasyonların bazılarının gelecek kuşaklara kalıtılır**" olduğu şeklindedir. Türlerde görülen varyasyonların küçük bir kısmı çevresel etmenlere bağlı olarak oluşur. Ancak günümüzde ulaşılan genetik bilgi birikimi varyasyonların, hatta çok büyük bir kısmının, kalıtsal olduğunu göstermektedir. Henüz bilinen 2 milyon kadar canlı türünün (şu an yeryüzündeki toplam tür sayısının 20-30 milyon kadar olabileceği tahmin edilmektedir) tümünün genetik yapıları çalışılmamış olsa da, çalışılmalardan edinilen veriler Darwin'in bu önermesini tereddütsüz desteklemektedir. Darwin'in kendisi genetik bilmiyordu ve kalıtımın esasları *Türlerin Kökeni Üzerine* (Darwin, 1859) yayınlanandıktan 7 yıl sonra Gregor Johann Mendel tarafından bir makaleyle yayınlandı (1866). Buna karşın kalıtımın esaslarının yaygın şekilde anlaşılması 1900'lü yıllarda olmuştur ve bu süreç içerisinde yapılan çalışmalardan edinilen veriler Darwin'in bu önermesini açık şekilde doğrulamıştır. Yeni çalışmalar sonucu ortaya çıkan veriler doğrultusunda varsayımın tekrar tekrar en katı şekilde sınanması bilim adamlarına düşen bir görevdir.

Darwin'in üçüncü önermesi "**her nesilde, yaşayabilecek olandan daha fazla döl üretilir**" şeklindedir. Aslında bu önerme "**her türün üretken bireylerinin verdiği döllerin tümü yaşayamaz**" şeklinde de ifade edilebilir. Verilen döllerin tümünün yaşayamadığı çalışılmış tüm canlılarda gözlenen bir durumdur ve bu önerme ile iyi bir uyum içindedir. İnsan bağırsağında yaşayan bir sıgır tenyası (*Taenia saginata*) dişisi 1 yılda 600 milyon kadar yumurta üretir ve toplam ömrü olan 18 yıl kadar sürede bu sayı 10 milyar 700 milyonu bulabilir. Bu durumda bir tek dişi dünyadaki tüm insan popülasyonunu parazitlemeye yeterdi. Benzer şekilde doğada var olan tüm canlı tür veya popülasyonları herkes tarafından çalışılabilir ve de çalışılmaktadır. İşte bu nedenledir ki verilen döllerin yaşayabilenlerinin sayısı çok azaldığında türler yokoluşa sürüklenmektedir. Sonuç olarak doğal seçim yoluyla evrim teorisinin bu önermesinden kuşku duymayı gerektirecek bir bilimsel veri mevcut değildir.

Doğal seçim yoluyla evrim önerme setinin sonuncusu aslında teorinin kendisinin özetlendiği bir önermedir. Başka bir ifade ile önceki önermelerin mantıksal sonucu olan “*kimler yaşayacak veya kimler yok olacak*” sorularının cevabı olan açıklamadır. “**Bireylerin üreme ve hayatta kalmaları rasgele değildir: Hayatta kalan ve üremeye katılan bireyler, ya da üremeye en fazla katkısı olanlar, en elverişli varyasyonlara sahip olanlardır. Bunlar doğal olarak seçilmişlerdir.**” Bir türün verdiği döllerin tümü yaşayıp üreyemediklerine göre ve bu bireyler kalıtsal varyasyonlara sahip olduklarına göre, hayatta kalma ile sahip olunan varyasyonlar arasında bir ilişki vardır. Başka bir ifade ile seçilenler ve elenenler sahip oldukları varyasyonlara göre belirlenecektir. En uygun varyasyonlara sahip olanlar, olmayanlara göre seçilme/elenme ikileminde avantajlı olanlar olacaktır ve sonraki nesillerin oluşumuna daha fazla katkıda bulunacaklardır. Uygun varyasyonlara sahip olmayanlar ise elenecek ve sonraki nesilin oluşumuna katkıda bulunmayacaktır. Yada daha az uygun varyasyonlara sahip olanlar sonraki nesle daha düşük derecede katkıda bulunacaklardır. Kısacası, sonraki nesillere katkıları taşıdıkları varyasyonların uyumluluk derecelerine paralel olarak gerçekleşecektir. Günümüzde yüzlerce canlı türü veya popülasyonunda hayatta kalma oranları, bir popülasyonun hayatta kalan bireylerinin sahip olduğu özellik seti ile elenenlerin sahip oldukları özellik seti iyi bir şekilde ortaya konmuş ve konmaktadır. Hatta işe karışan farklı özelliklerin her birinin uyum gücüne (sonraki nesli oluşturmaya katkı oranı “fitness”) etkisi birçok model organizma bazında çalışılmış ve çalışılmaktadır. Teorik çerçevede veri üretmenin yanında, özellikle koruma biyolojisi alanında bunlardan iyi bir şekilde yararlanılmaktadır. Bu nitelikteki binlerce çalışma önermenin aksine veri üretmemiştir ve dördüncü önermeyi açık şekilde doğrulamıştır.

Değişim “doğal seçim yoluyla evrim” teorisinin neresinde?

Bir türün yaşayacak olandan fazla üretilen dölleri, yani türün bireyleri, hemen hemen tüm özellikleri bakımından birbirlerinden farklıdır ve bu özellikleri kalıtım yoluyla ebeveynlerinden miras olarak kalmıştır. Yaşayacak olandan fazla üretilen bu döllerden en uygun varyasyonlara sahip olanlar seçilecek ve uygun olmayan veya daha az uygun varyasyonlara sahip olanlar elenecektir. Organizmalar bağlamında süreç içerisinde değişim olarak evrim, seçilme/elenme süreçlerinin ardışık nesillerdeki tekrarının doğal bir sonucudur. Bir tür var olduğu sürece, ister bin nesil isterse bir milyon nesil, her nesil için aynı saptamalar geçerli olacak ve aynı mekanizma işleyecektir. Her nesilde uygun özelliklere sahip olanların bir sonraki nesle katkıları daha fazla olacak ve uygun özellikleri oluşturan genler oransal olarak daha da artacaktır. Uygun olmayan özellik setlerine sahip olanlar sonraki nesillere daha az katkıda bulunacaklarından uygun olmayan özellik setlerini üreten genler süreç içerisinde azalacaktır.

Uygun olmayanların azalma hızı, uygun olmayan özelliğin neden olduğu dezavantaja paralel olarak gerçekleşecektir. Yılda bir döl veren bir tür için düşünüldüğünde 1000 yıllık bir süre içerisinde seçilme/elenme 1000 nesilde, bir 1.000.000 yılda 1.000.000 nesilde seçilme/elenme gerçekleşecektir. Dolayısıyla, bir türe ait birinci nesildeki populasyon ile bininci veya bir milyonuncu nesildeki populasyon hiçbir zaman birbirinin aynı olmayacaktır. Başka bir ifade ile tür populasyonunun genetik özellikleri (**gen havuzu**) itibarıyla var olduğu sürece dinamik bir değişim içerisinde olacaktır; zaman içerisinde “değişim olarak evrim” ardışık nesillerdeki bu seçilme/elenme süreçlerine bağlı olarak ortaya çıkan değişimin ta kendisidir. Bu nedendir ki bazı araştırmacılar genetik bilimini ‘*özelliklerin bir nesilden sonrakine olan kalıtımını inceleyen bilim dalı*’ olarak tanımlarlarken evrimi ‘*özelliklerin çok sayıda ardışık nesildeki kalıtımını inceleyen bilim dalı*’ olarak tanımlarlar.

Bir türün özelliklerini belirleyen şey türün sahip olduğu genetik bilgi, yani gen havuzudur. Populasyonun her bir bireyi gen havuzunda var olan genetik bilgi doğrultusunda özelliklere sahip olacaktır. Ancak, hangi özelliklere sahip olanların seçilenler ve hangilerine sahip olanların elenenler olacağı organizmanın yaşadığı çevredeki koşullarca belirlenir. Başka bir deyişle ortamın koşul kombinasyonları elek görevi görür. Organizma içinde yaşadığı ortamın biyolojik (birlikte yaşadığı diğer organizmalar) ve biyolojik olmayan (fiziksel ve kimyasal) farklı koşulları ile etkileşim halindedir. Ortam koşullarına uyum sağlayan özelliklere sahip olanlar, uyum değerlerine paralel olarak, daha fazla hayata kalma şansına da sahip olacak, daha fazla döl verecek ve bu yolla sonraki nesle daha fazla gen vermiş, yani seçilmiş olacaklardır. Aksi nitelikte özelliklere sahip olanların ise hayatta kalma şansları daha az olacak, ya hiç yada daha az döl verecek ve genleri sonraki nesle ya hiç ya da daha az aktarılacak ve elenenler olacaklardır. Ortam koşulları sabit olmadığından, hem aynı ortamda süreç içerisinde hem de ortamdan ortama değiştiğinden, elenen veya seçilen genetik kombinasyonlar (bir türün her bir bireyi türün genlerini sonraki nesle taşıyan birer genetik paket olarak düşünülebilir), hem aynı ortamda süreç içerisinde hem de ortamdan ortama farklı olacaktır. Bu nedenle değişik ortamlarda yayılım gösteren ve aynı köken popülasyondan gelen alt popülasyonların her biri, kendi ortamlarının koşullarının belirlediği seçilme/elenme süreçlerini yaşayacaklardır. Mikro evrimsel süreçte bireylerin alelleri üzerinde gerçekleşen bu seçimler geçen her nesilde populasyon içerisindeki alel kompozisyonunda küçük değişimlere neden olarak uzun vadede (makro evrimsel süreçte) başlangıç ve son popülasyonların birbirlerinden farklılaşmasına neden olacaktır. Ortam çeşitliliğine paralel olarak az veya çok ayrı işleyen farklı seçim süreçleri, barındırdıkları her bir populasyonun bağımsız evrimsel yollarda ilerlemelerine neden olacak ve yeterli süre sonucunda aynı köken popülasyondan farklı popülasyonların veya farklı gen havuzlarının, tam ifadesi ile farklı türlerin, oluşumunu getirecektir.

Tüm doğa tarihi boyunca yaşanmış ve yaşanmakta olan benzer süreçler biyolojik çeşitliliği oluşturan temel mekanizma olmuştur. Doğal seçim yoluyla evrim süreci populasyon bazında, yani mikro düzeyde, değişimin mekanizmasını tanımlar. Ancak, her bir zaman kesitindeki biyolojik çeşitlilik bu mikro düzeyde değişimlerin toplamıdır. Başka şekilde söylemek gerekirse, günümüz biyolojik çeşitliliği ilk organizmadan bu yana süreç içerisinde artan sayıda mikro değişim birimlerinin oluşturduğu makro kümenin kendisidir. Bu nedenle doğa tarihini anlamanın aracı mikro düzeyde değişimleri bilmekten geçer. Bu yolla hangi organizmanın kimlerden geldiği veya hangi soy hattının (aynı kökenden gelen organizma gruplarının) nasıl şekillendiği ortaya konabilir. Genetik ifadesiyle, bugünkü gen paketlerinin kimlerin kaçınıcı nesilleri olduğu ve onların genetik miraslarının ne kadarını taşıdıkları saptanabilir. Bir bakteriden insana kadar, evrim, canlılığın temel özelliklerinden biri olduğundan (i-bir genotip taşıma, ii- bir fenotip ifade etme ve iii-süreç içerisinde değişme –yani evrim), tüm doğal varlıklar bu esaslar çerçevesinde ele alınabilir ve bu bağlamında değerlendirmeye tabi tutulabilir.

Biyolojinin ondalık sayı istemi evrim

Doğal seçim yoluyla evrim mikro düzeyde değişimlerin temel mekanizmasını tanımlamak ile Einstein'ın ünlü formülü ($E = mc^2$) veya matematikteki ondalık sayı sistemi gibi değişik alanlarda kullanılabilecek muhteşem güçlü bir mekanizma sunar. Bu mekanizmalar hangi organizmaların nereden nasıl bir süreç yaşayarak ortaya çıktıklarını belirlememizin bir aracıdır. Çünkü evrim günlük tutmuştur. Her evrimsel basamakta meydana gelen değişimler organizmaların kalıtsal materyaline, yani DNA'larına, kodlanmıştır. Dolayısıyla, her türün gen havuzunda atalarının kalıtsal mirası ile birlikte yaşamış oldukları değişimler yazılmıştır. Bu nedenle ya doğrudan DNA veya DNA'nın belirlediği özellikleri (yani homolojiler) kullanarak evrimsel değişim basamaklarını geriye doğru tahmin edebilir ve organizmaların doğa tarihlerini açıklığa kavuşturabiliriz. Bu yolla ilk organizmaları, bunların ilkin çeşitlemelerini, sonraki grupların ne zaman ve nasıl karaya çıktıkları, hangi zamanda nasıl bir biyolojik çeşitliliğin var olduğu, günümüz canlı türlerinin ne zaman ve nasıl oluştukları, bu değişimlerden hangi çevresel etmenlerin sorumlu olduğu gibi birçok soruya cevap bulma olanağına sahip oluruz. Keza, biyolojik dünyanın değişimi sürekli olduğundan gelecekte yaşanabilecek olanlara ilişkin sorulara aynı yaklaşımı kullanarak cevap verebiliriz. Söz gelimi yaşanmakta olan küresel ısınma hangi canlı türlerini nasıl etkileyebilir? Günümüz türlerinden hangileri hangi coğrafyalarda yaşayabilir? Kimler yok olma tehlikesi ile karşı karşıya kalabilir? Bölgesel fauna/floralar nasıl etkilenir? Hangi türler korunmalıdır?

Nasıl korunabilir? İnsan eliyle belirli türlerde evrimsel değişime yön verilebilir mi? İnsan türü bu değişimlerden nasıl etkilenebilir? Bu ve benzeri birçok soruya “doğal seçim yoluyla evrim” mekanizması bir araç olarak kullanılarak cevap vermek olasıdır ve günümüzde bu nitelikte yıllık binlerce çalışma yayınlanmaktadır. Örneğin, Amerika bizonu yok olmak üzere iken aynı yaklaşımla kurtarılmış ve tekrar doğaya kazandırılmış bir türdür.

Organizma çeşitliliğinin değişim basamaklarını zamansal bir boyutta tanımlamak, başka bir ifade ile doğa tarihlerini açıklığa kavuşturmak, evrimsel anlamda kimin kimlerle akraba oldukları saptamamıza ve bu yolla biyolojik çeşitliliği bir düzen içerisinde tanımlamamıza da olanak sağlar. Evrim, biyolojik çeşitliliği veren esas süreç olduğundan organizma çeşitliliğini düzenleme ve adlandırmanın (ki sistematik biyolojinin uğraş alanıdır) tek doğal yoludur. Bu doğal ilişkiyi göz ardı eden hiçbir yaklaşım doğal ve dolayısıyla işlevsel bir düzen oluşturamamıştır ve şimdiki bilimsel bilgiler ışığında da oluşturabilir gözükmemektedir. Bu nedenle, sistematik biyolojinin işlevsel olabilmesi ancak bu mekanizmanın kavranıp uygulanması ile mümkün olacaktır.

Evrin yararlıdır!

Doğal seçim yoluyla evrim mekanizması tanımlandığı ilk dönemlerde olmasa da, bu bilimsel disiplinde yakın zamanda yaşanan olağanüstü bilgi birikimi ve yeni teknikler evrimin insan eliyle gerçekleştirilmesine olanak vermiştir. Öyle ki, bilim insanları yapay olarak seçim uygulayarak belirli canlı türlerinin belirli yönlerde değişimini sağlamayı başarmışlardır. Amerika’da bir tarımsal araştırma enstitüsü 60 nesil sürekli olarak en fazla yağ içeren tohumları seçerek yağ oranı % 6 kadar olan bir anaç mısır popülasyonundan %16 yağ içeren bir mısır popülasyonu seçmeyi başarmışlardır (çalışma halen devam etmektedir). Dolayısıyla bu ve benzer çalışmalar damızlık tohum veya hayvan ırkı elde etmenin asıl olarak insan eliyle evrimin gerçekleştirilebildiğini göstermektedir. Bu durumun farkında olmak birçok nedenle önemlidir. Özellikle insan nüfusunun bu kadar arttığı ve gıda ve canlı kaynaklı diğer ürünlere ne kadar ihtiyaç duyulduğu açık olduğundan, bu soruna çözüm üretmede evrimin işlevsel olacaktır.

Evrin canlılığın temel özelliklerinden biri olduğundan hiç bir canlı veya canlı bilimlerinde hiçbir alan evrimle ilişkisiz olarak düşünülemez. Bu nedenle *Homo sapiens* (yani insan türü) biyolojisi ve tıp, evrim bilimsel disiplini ile geniş bir kesişim kümesine sahiptirler. İnsan türünün nereden geldiği, kimlerle akraba olduğu, gen havuzunda kimlerin kalıtsal mirasını taşıdığı, hangi özelliklerinin kendisine has olduğu ve hangilerinin önceki ardışık atalarından geldiği ancak evrimsel yaklaşım ve metodlarla cevap aranabilir. Keza, günümüz insan gen havuzunun nasıl bir değişim dinamizmi içerisinde olduğu, gelecekte nasıl bir gen havuzunun şekilleneceği, beslenmenin ve ilaç kullanımının bu gen havuzunun şekillenmesinde nasıl bir rolü olacağı vb diğer birçok soruya ancak evrimsel yaklaşım

ve metotlar kullanılarak bilimsel cevaplar bulunmuş ve bulunmaya devam etmektedir. İnsanın doğrudan kendisine ilişkin sorulara olduğu gibi, insan ile ilişkili ve evrimsel dinamikleri insanla birlikte işleyen diğer organizmalara (örneğin patojen ve parazitler) ilişkin sorulara da yine aynı yaklaşım ve araçlar kullanılarak bilimsel cevaplar verilmektedir. Buna paralel olarak hangi parazitler insana nasıl geçmiştir? Neden bazılarının patojenitesi daha sert bazılarınıninki daha mutedildir? Neden bazıları bölgesel olarak (belirli insan ırklarında) bulunurken bazıları oldukça yaygındır? İnsan için yeni patojen ve parazitler ortaya çıkmakta mıdır? Örneğin bilim insanları HIV virüsünün 1900'lü yılların ilk yarısında maymunlardaki SIV virüsünden evrimleşerek insana geçtiğini belirtmektedirler. Evrim, şimdiki patojen ve parazitlere karşı mücadelede kullanışlı araçlar sunabilir mi? Patojenler nasıl evrimleşmektedir? Bugünkü patojen ve parazitler gelecekte nasıl olacaklardır? Bunlardaki değişimler insan türünü nasıl etkileyecektir? H5N1 nasıl bir evrimsel değişim geçirdiğinde insandan insana geçebilecektir? Bugün insanlık için HIV'den bile daha tehlikeli ve daha hızlı yayıldığı (HIV'den 100 kat enfeksiyöz) görülen Hepatit B virüsünün baz analoglarına ve interferonların seçim baskısına karşı cevabı (HBeAG serokonversiyonu), diğer virüs enfeksiyonları ile birlikte insanlık için ne gibi bir tehlike oluşturacaktır? Bakterilerde antibiyotik direnci ne zaman antibiyotik kullanımını tamamen devre dışı bırakacaktır?

Önceki paragraflarda sorulan veya sorulabilecek daha binlerce benzer soru bilim insanlarınca sorulmuş veya sorulmakta ve evrimsel yaklaşım ve araçlar yardımıyla cevaplanmış ve cevaplanmaktadır. Bu yöndeki bilimsel çalışmalar ile şu an bile olağanüstü hacimde veri üretilmiş ve üretilmeye de devam etmektedir. Tüm bunların ortaya koyduğu temel konu, canlılığın temel özelliklerinden biri olan evrimi dışlayan bir yaklaşımla canlı bilimlerinde sonuç verici, dikkate alınır veya işlevsel sonuçları olan araştırmalar yapmanın mümkün olmadığıdır.

Sonuç

Darwin-Wallace'ın '*doğal seçim yoluyla evrim*' teorisi onların evrim konusundaki temel katkılarıdır. Canlıların süreç içerisinde değişimi olarak evrim, Darwin-Wallace'tan önce de vardı ve bu bağlamda çok sayıda araştırmacı buna katkıda bulunmuştur. Ancak, doğal seçim yoluyla evrimin günümüzde dikkate alınan tek bilimsel yaklaşım olmasının, bilimsel olmayan itirazlar olsa bile, temel nedeni dört önermenin her birinin açık olarak formüle edilmiş olması, net olarak bilimsel sınamalara tabi tutulabilmesi ve önerildiklerinden bu yana en katı şekildeki sınamalardan pozitif destek almış olmalarıdır. Bu önermelerin tümü herkesin nesnel sınamalarına açıktır ve isteyen her insan bilimsel metodu uygulayarak tekrar tekrar sınayabilir.

Doğal seçim yoluyla evrim temel yaklaşımının yansımadığı bir canlı bilimleri alanı yoktur ve canlılara ilişkin her temel araştırmanın yolu evrim kavşak noktasından geçmek durumundadır. Başka bir ifade ile evrimsel yaklaşım ve evrimsel araçlar kullanılmadan canlı bilimlerinde evrensel araştırma yapılamaz. Çünkü ‘evrim bilim dalı’ canlı bilimlerinin alt disiplinlerinin tümünün kesişim kümesini oluşturmaktadır. Bu niteliği nedeniyle evrim kavramını sadece Darwin-Wallace’ın önerdiği zamandaki boyutu ile bir teori olarak değerlendirmek yerine, canlı bilimlerinin en sıcak ve en işlevsel bilgilerinin üretildiği bir bilimsel alan olarak değerlendirmek en doğru ve günümüzdeki evrim algılamasını en net tanımlayan yaklaşım olacaktır. Başka bir yönüyle bakıldığında, organizmaların genleri nesilden nesle aktarılır ve milyonlarca yıllık canlılık tarihi bu genetik bilgiye (DNA’ya) işlenerek kayıt edilmiştir (evrim günlüğünü DNA’da tutmuştur). Bu günlüğe kayıt edilenler saptanarak sadece canlılığın tarihi değil, değişik amaçlar için işlevsel olabilecek veri üretmek mümkündür ve de çağdaş dünyada üretilmektedir. Bu nedenle evrimi sadece üzerinde sofistike sohbetlerin veya kıran kırana tartışmaların yapılabileceği bir teori olarak değerlendirmek yerine, çağdaş dünyada olduğu gibi tüm canlı bilimlerine veri üreten ve insanlığın hizmetine sunan işlevsel bir bilimsel disiplin olarak görmek hem en doğru hem de ihtiyaç duyulan yaklaşımdır.

Yararlanılan kaynaklar

- Freeman, S. & Herron, J. 2001. *Evolutionary Analysis*, Prentice-Hall, Çeviri Çıplak, B., Başbüyük, H.H., Karaytuğ, S. ve Gündüz, İ. (Çeviri editörleri) 2002. *Evrimsel Analiz*, Palme Yayıncılık, Ankara.
- Darwin, C. 1859. *The Origin of Species*. Çevirisi/Ünalan, Ö. (Çeviren) 1980. *Türlerin Kökeni*. Onur Yayınları, Ankara.
- Darwin, C. 1871. *Selection in relation to sex*. Çevirisi/Ünalan, Ö. (Çeviren) 1977. *Seksüel seçme*. Onur Yayınları, Ankara.
- Darwin, C. 1871. *The Decents of Man*. Çevirisi/Ünalan, Ö. (Çeviren) 1984. *İnsanın Türeyişi*. Onur Yayınları, Ankara.
- Keton, W.T., Gould, J.L. & Gould, C.G. 1993. *Biological Sciences*. 5. baskısının çevirisi/ Demirsoy, A. & Türkan, İ. (Çeviri Editörleri). 1999. *Genel Biyoloji*. Palme Yayıncılık, Ankara.
- Kennedy, D. et al. (Working group on teaching evolution), 1998. *Teaching about evolution and nature of the science*. National Academy of Sciences USA.
- Klug, W.S. & Cummings, M.R. *Concepts of Genetics*. 6. baskısının çevirisi/ Öner, C. (Çeviri Editörü). 2002. *Genetik Kavramlar*, Palme Yayıncılık, Ankara.

- Örs, Y. 2007. Bilimsel felsefe açısından bilimde kuramlar ve karıştırıldıkları kavramlar (bir ön çalışma). Bilim ve Bilimsel Felsefe Çevresi (yayına hazırlanmakta).
- Şahin, Y. 2007. *Biyolojide Geçmişe Yolculuk*. Palme Yayıncılık., Ankara.
- Yıldırım, C. 2005. *Bilim Felsefesi*, 10. basım. Remzi Kitabevi, İstanbul.

Evrım ve İşlevsellik: Evrim Bilinmeden Küresel Değişimlerin Etkileri Anlaşılamaz!

Prof. Dr. Fevzi Bardakcı

Adnan Menderes Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü 09100 Aydın

E-mail: bardakci@adu.edu.tr

Özet

Biyçeşitlik yaklaşık 3.8 milyar yıllık bir sürede evrimsel süreçlerle oluşmuştur. Biyçeşitliliğin kaynağı, geçmişte biyçeşitlilikteki değişimler ve biyçeşitlilikteki düşüş ve kayıpların nedenleri evrimsel biyolojinin önemli araştırma konularındandır. Biyçeşitliliğin kaynağı mikroevrimsel ve makroevrimsel süreçlerle işleyen mutasyonlardır. Mikroevrim popülasyon düzeyinde nispeten yakın geçmişte meydana gelen farklılaşmayı ifade eder. Makroevrim genellikle tür üstü taksonların evrimi ifade eder. Geçmişte ve günümüzde meydana gelen küresel jeolojik ve iklimsel değişimler biyçeşitlilik üzerinde derin etkiler gösterir. Küresel değişimlerin etkileri biyçeşitlilikte meydana getirdiği değişimlerle ancak anlaşılabilir.

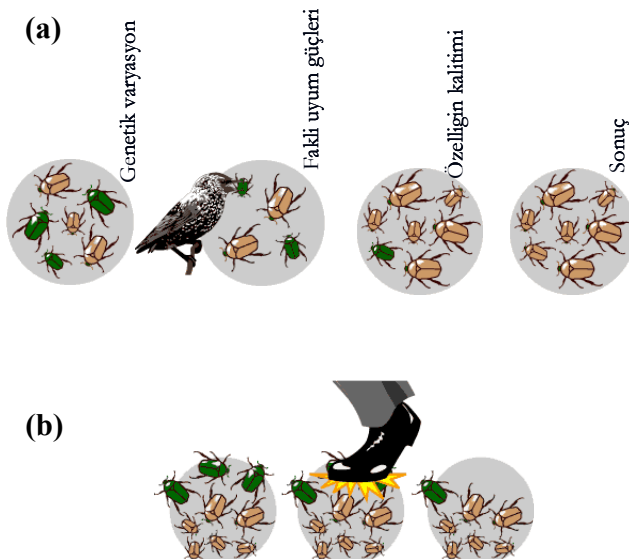
Biyçeşitlilik

Küresel değişimlerin etkilerinin anlaşılması için biyçeşitliliğin ve oluşum sürecinin iyi anlaşılması gerekir. Bu anlamda biyçeşitliliğin ne olduğu ve kaynağı, ne kadar biyçeşitlilik olduğu, geçmişten günümüze biyçeşitlilikte ne gibi değişimler olduğu, biyçeşitlilikte düşüş ve kayıplar olup olmadığı ve bunun nedenleri kilit konulardır.

Biyçeşitlilik belli bir ekosistemde ya da daha geniş anlamda yeryüzünün tamamında değişik hiyerarşik düzeylerde yaşam formlarındaki varyasyonu ifade eder. Daha popüler bir deyimle biyçeşitlilik yeryüzünün doğal biyolojik sermayesidir denilebilir. Biyçeşitlilik değişik düzeylerde tanımlanabilir. Bunlar moleküler düzeyde genetik çeşitlilik, tür düzeyinde tür zenginliği ve topografik düzeyde ise ekosistem çeşitliliği olarak tanımlanabilir.

Biyçeşitliliğin Kaynağı

Yeryüzündeki biyçeşitliliğin kaynağı mutasyonlardır. Bu genetik değişimler yönlü (directed) ve rastlantısal (random) olabilir. Yönlü seçim değişen çevre koşullarına uyum (adaptasyon) kazandırırken (Şekil 1), rastlantısal olan da ise genetik sürüklenme sonucu işleyen bir evrimsel mekanizmadır ve çevresel koşullara uyum sağlamaz (Şekil 1).

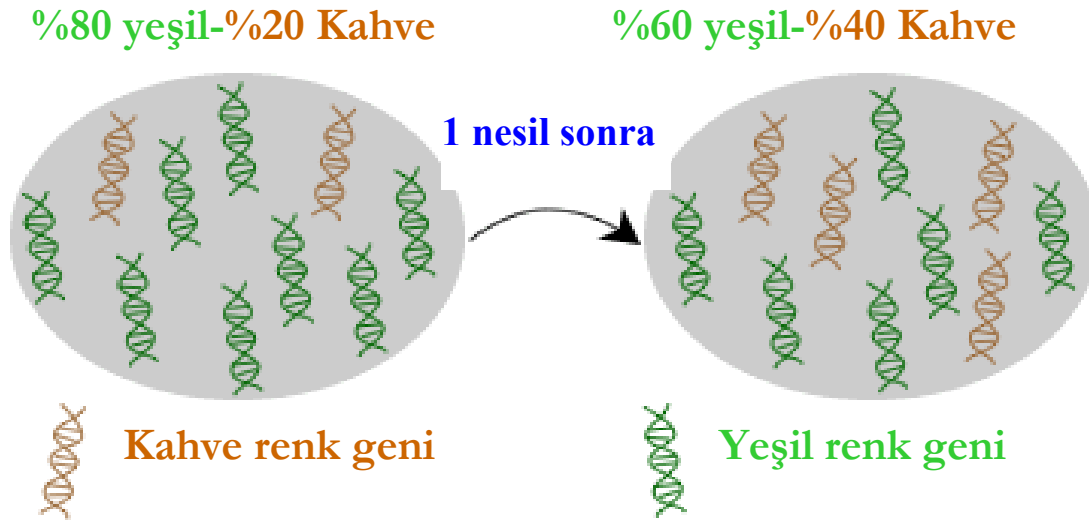


Şekil 1. (a) Değişen çevre koşullarına seçim sonucu uyum sağlayan yönlü ve (b) genetik sürüklenme sonucu işleyen rastlantısal evrimsel mekanizmalar. (<http://evolution.berkeley.edu/> 'den uyarlandı)

Yeryüzündeki tüm canlılığın zaman içinde ortak bir atadan türediği ve bu süreç içinde yeryüzündeki canlılar arasında değişik hiyerarşik düzeylerde bir evrimsel akrabalık ilişkisi söz konusudur. Bu ilişkiyi populasyonlarından başlayarak daha üst kategorilere kadar hiyerarşik bir düzen şeklinde gruplandırılır. Evrimsel araştırmalar bu hiyerarşik düzen içinde değişik düzeylerde yapılabilir. Bunlar populasyon düzeyinde (mikroevrim) ve tür üstü taksonomik kategorilerde (makroevrim) yapılmaktadır.

Mikroevrim

Mikroevrim populasyon düzeyinde nispeten yakın geçmişte meydana gelen farklılaşmayı ifade eder. Populasyon düzeyindeki farklılıklar ve bu farklılaşmanın evrimsel mekanizmalarını araştırmaları populasyon genetiğinin alanı içinde yer alır. Populasyon genetiği açısından evrim, bir üreme birliği olan populasyonlarda bir nesilden diğerine karakterlerin ve karakter dağılımının sıklığında farklılaşma olarak ifade edilebilir. Moleküler düzeyde ise evrim bir nesilden diğerine alel ve alel sıklıklarındaki değişme olarak ifade edilir (Şekil 2).



Şekil 2. Bir nesilden diğerine alel sıklılarının değişimi. (<http://evolution.berkeley.edu/> 'den uyarlandı)

Bir üreme birliği olan populasyonda belli koşullar altında bir nesilden diğerine özelliklerin ve sıklıklarının değişip değişmediği, yani populasyonun evrimleşip evrimleşmediği test edilebilir. Bunu test etmek için Hardy-Weinberg dengesi prensibinden yararlanılır. Şayet bir populasyonda mutasyon, göç, genetik sürüklenme ve seçim gibi evrimsel güçler yoksa populasyonda bir nesilden diğerine özellikler değişmez. Bu populasyonların evrimleşmediği ve Hardy-Weinberg denge prensibinde olduğu ifade edilir. Ancak doğal koşullarda süreç içerisinde bu koşulların bir ve ya bir kaç birliğinde etki ederek populasyonların evrimleşmelerine yol açtığı, bilimsel araştırmalarla açık bir şekilde ortaya konulmaktadır. Böceklerin böcekkıranlara, bakterilerin antibiyotiklere karşı geliştirdikleri direnç ve günümüzde yaşadığımız küresel ısınmaya pek çok türün verdiği tepki doğal seçimle mikroevrime örnek olarak verilebilir.

Makroevrim

Populasyonlarda bir nesilden diğerine meydana gelen değişimler milyonlarca yıllık bir süreçte birikerek büyük çaplı evrimsel değişimlere neden olur. Makroevrim bu şekilde canlılığın oluşumundan bu yana geçirmiş olduğu değişimi inceler (Şekil 3). Bu nedenle makroevrim tür üstü taksonların evrimini ifade eder. Makroevrim yeryüzündeki biyoçeşitliliğin kökeni ve oluşum süreçlerini bilimsel olarak araştıran multidisipliner bir çalışma alanıdır.

Mutasyon

Göç

Genetik sürüklenme

Doğal seçim



3.8 milyar yıl



MAKROEVRİM

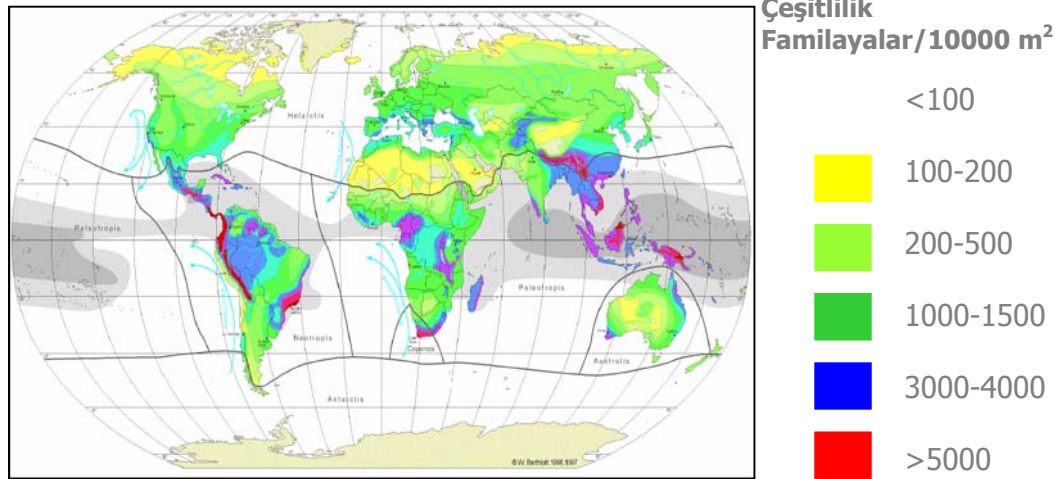


Şekil 3. Makroevrimsel değişimlerin süreci. (<http://evolution.berkeley.edu/> 'den uyarlandı)

Makroevrimsel araştırmalarda neyin ne zaman ve nasıl olduğu sorusunu yanıtlamak son derece önemlidir. Bu açıdan bakıldığında makroevrim, evrimsel süreçte meydana gelen değişimleri, farklılaşmaları ve yok oluşları bilimsel olarak açıklar.

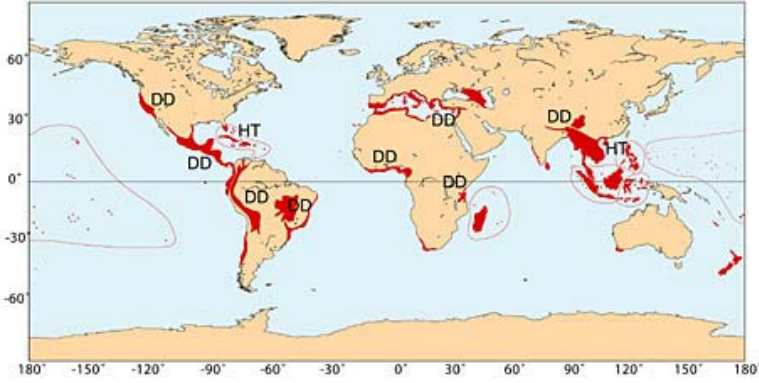
Biyçeşitliliğin dağılımı

Her ne kadar yeryüzünün neredeyse tamamında bir yaşam çeşitliliği varsa da, bu çeşitlilik yeryüzünde tek düze dağılmamıştır (Şekil 4). Örneğin tropiklerde zengin bir biyoçeşitlilik olmasına karşın kutuplarda nispeten az sayıda tür yaşamaktadır. Bu yaşam çeşitliliği bölgenin yaşam koşullarına bağlıdır. Anadolu'da olduğu gibi, yeryüzündeki bazı bölgelerde yüksek düzeyde endemik türler vardır ve bu bölgeler "biyoçeşitliliğin sıcak noktaları (biodiversity hotspots)" olarak ifade edilirler (Şekil 5).



Şekil 4. Bitki türlerinin küresel dağılımı (W. Barthlott, 1996)

Yeryüzünde bu güne kadar yaklaşık 1.750.000 tür teşhis edilmiş olmasına karşın, toplam tür sayısının 14.000.000 olduğu tahmin edilmektedir (Tablo 1). Tür sayısı bakımından en zengin olan böcekler ve ondan sonra ise mantarlar gelmektedir. Memeliler ise en az türle temsil edilmektedir. Yeryüzündeki bu tür sayısının sabit ve değişmez değildir. Evrimler süreç içerisinde canlı grupları ve bunlara ait tür sayılarında katastrofik değişimler yaşanmıştır.



Şekil 5. Yeryüzündeki biyoçeşitlilik sıcak (biodiversity hotspots) noktaları
(<http://www.cuttingedge.org/BiodiversityHotspotsWorldMap.gif>).

Tablo 1. Yeryüzünde tanımlanan ve tahmin edilen tür sayıları (World Atlas of Biodiversity, IUCN & WCMC, 2002)

Canlılar	Tanımlanan	Tahmin edilen
Memeliler	4.630	5.000
Kuşlar	9.750	10.000
Sürüngenler	8.000	9.000
İki yaşamlılar	4.950	5.500
Balıklar	25.000	30.000
Böcekler	970.000	8.000.000
Arachnidler	75.000	750.000
Mollusklar	70.000	200.000
Crustacealar	40.000	150.000
Nematodlar	25.000	400.000
Mantarlar	72.000	1.500.000
Bitkiler	270.000	320.000
Toplam	1.750.000	14.000.000

Kitlesel yokoluşlar

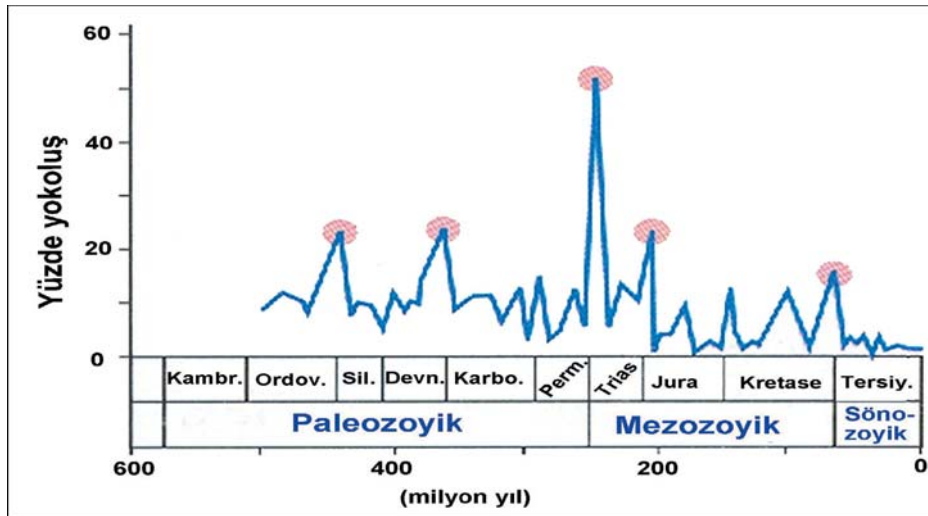
Evrimsel süreç içerisinde nispeten kısa bir zaman dilimi içinde çeşitli nedenlerle tür sayısındaki önemli kayıplara kütle yokoluşlar denir. Son 600 milyon yılda yeryüzünde yaşayan türlerin yaklaşık %95'i yok olmuştur.

İki farklı yokoluş söz konusudur. Bunlar (1) Doğal arka plan yokoluşlar ve (2) Katastrofik kitlesel yokoluşlardır. Arka plan yok oluşta türler genetik ve doğal nedenlerden dolayı ölürler. Bu doğal yokoluş süreci zararlı alellerin birikmesi ve rekabete yenik düşme sonucu olabilir. Bu doğal yokoluş sürecinde bir türün ortalama ömrü yaklaşık 4 milyon yıl olarak tahmin edilmektedir.

Kitlesel yokoluşlar türlerin çevresel dramatik değişimler sonucu meydana gelir. Bunlar iklimsel değişimler ve ekstraterrestriyal etkiler olarak gruplandırılabilir. Kitlesel yokoluşlar, bir milyon yıllık bir zaman diliminde canlı türlerinin %60'nın yok olduğu dönemleri temsil etmektedir. Hız ve büyüklükleri nedeniyle bunlara "biyolojik tufanlar" da denir. Fanerozoik boyunca beş kitlesel yok oluş meydana gelmiştir (Şekil 5). Bunların jeolojik zaman cetvelinde Ordovisiyen sonu (440 milyon yıl önce), geç Devoniyen (yaklaşık 365 milyon yıl önce), Permien sonu (yaklaşık 250 milyon yıl önce), Triyas sonu (yaklaşık 215 milyon yıl önce) ve Kretase-Tersiyer ya da K-T (yaklaşık 65 milyon yıl önce)

dönemlerine rastlar. Ancak, beş büyük yokoluşun Fanerozoyik'teki tüm yok oluşların %4'ünden sorumludur. Şekil 5'de gösterilen diğer yok oluşların %96'sı doğal oranda yok oluş anlamına gelen arkaplan yokoluşardır. Bir kitlesel yokoluş genel anlamda geniş bir organizma çeşitliliğini kapsayacak şekilde globaldir ve yokoluş hızı ortadan kalkmış olan taksonların beklenen ömür uzunluklarına oranla daha fazladır.

Mevcut yok oluş hızı, doğal arka alan yok oluş hızının çok ötesindedir. Örneğin, memeliler için ortalama evrimsel yaşam süresinin 1 milyon yıl olduğu tahmin edilmektedir. Bu demektir ki tür sayısının 5.000 olduğu tahmin edilen memelilerin, her yüzyılda yalnızca 0.5 türün yok olması gerekir. Oysaki memelilerin yokoluş hızı kabaca 100 kat daha hızlıdır. Memeli türlerinin yokoluş hızının her geçen gün arttığı aşıkardır.



Şekil 5. Fanerozoyik'te meydana gelen beş büyük kitlesel yok olayları (Çıplak vd, 2005)

Türlerin ne kadarının yok olduğunu saptamak son derece zordur. Yeryüzündeki türlerin bazıları daha teşhis edilemeden yok olmaktadır. Mevcut verilen ancak daha önce tanımlanmış ve artık soyu tükenmiş olan türlere aittir. Bu nedenle gerçek rakamlar muhtemelen çok daha yüksektir. Tablo 1'de 1600'den bu yana nesli tükenen ve tehdit altında olan bazı taksonlara ait tür sayıları verilmiştir.

Tablo 2. Nesli tehdit tükenen ve tehdit altında olan çeşitli taksonlara ait tür sayıları (World Conservation Monitoring Centre=WCMC verisi, 2002)

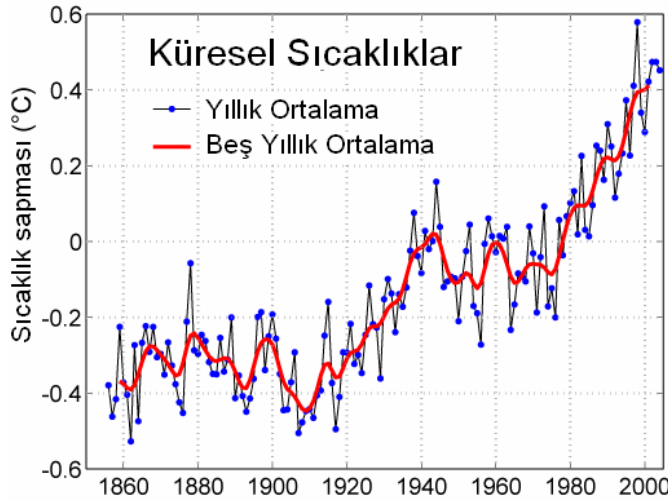
	1600'den bu yana yok oluş	Tehdit altında
Mollusklar	191	-
Kuşlar	115	862
Memeliler	58	533
Diğer hayvanlar	120	4.000
Bitkiler	654	26.000

Doğal arkaplan yokoluşundan başka, aşırı avcılık, habitat kaybı, habitat fragmantasyonu, habitat kalitesindeki değişimler, biyotik çevredeki değişimler, iklimsel değişimler ve bilinmeyen nedenler türlerin önemli yokoluşlarının nedenleri olarak sayılabilir.

Günümüz ve geleceğin doğal seçisi küresel ısınma

İklimdeki ekstrem değişimler biyolojide yeni bir konu değildir. İklimsel değişimlerin biyolojik etkileri bilim literatüründe zengin bir geçmişe sahiptir. Gözlem ve deneye dayalı bu araştırmalar fizyolojik toleranslar; iklimsel değişimler ve türlerin yayılışı arasındaki korelasyonlar; ve iklimsel trendler ile bitki ve hayvanların yayılışı, fenolojileri, genetiği ve davranışlarındaki değişimler arasında zamansal korelasyonlar olarak sayılabilir. Yaban hayatına iklimin hayati önemi üzerindeki zengin literatüre karşın, Modern (sera gazları kaynaklı) iklimsel değişimler, biyoçeşitliliğe olan ilgiyi daha da artırmıştır. Küresel iklim değişimi, yeryüzü sisteminin işlerliğini değiştirecek en büyük potansiyele sahiptir. Antropojenik iklim değişimleri tüm kıtalarda ve okyanuslarda gözlenmiştir.

Yeryüzü atmosferi doğal bir seradır. Atmosferdeki su buharı, karbondioksit, metan, nitroz oksit ve diğer eser gazlar güneş ısısını yakalar. Yeryüzü atmosferinin doğal yapısı yeryüzünde yaşamın gelişmesi ve sürekliliği için ısının uygun aralıklarda kalmasına uygundur. Karbondioksit, su buharı, metan gibi bazı gazların, güneşten gelen radyasyonun bir yandan dış uzaya yansımını önleyerek ve diğer yandan da bu radyasyondaki ısıyı soğurarak yerkürenin fazlaca ısınmasına yol açmaktadır. CO₂ ve diğer sera gazlarının olmadığı bir atmosferde, ortalama atmosfer sıcaklığı donma derecelerinde olurdu. Tersine, çok atmosferde çok yüksek oranda sera gazlarının olması durumunda da çok daha yüksek atmosfer sıcaklıklarına sebep olurdu. Günümüzdeki küresel ısınmanın ana sebebi petrol ve kömür gibi fosil yakıtlardan çıkan CO₂ gazının atmosferde birikimi sonucudur. Kutuplardaki buzulların analizinden elde edilen veriler 220 yıldan bu yana atmosferik CO₂'in miktarında dalgalanmalar olduğunu göstermektedir. Günümüzde insan aktivitelerinden dolayı atmosferdeki CO₂ miktarına bağlı olarak hızlı bir sıcaklık artışı olduğunu göstermektedir (Şekil 6). Yeryüzü atmosfer sıcaklığının 1900 ve 2000 yılları arasında 1.1-6.4 °C artacağı tahmin edilmektedir.



Şekil 6. 1856-2004 arası küresel ortalama yüzey sıcaklığı (www.tr.wikipedia.org)

Yeryüzünde meydana gelen hızlı sıcaklık artışının hiç şüphesiz ki biyoçeşitlilik üzerinde çok önemli etkiler gösterecektir. Yeryüzünün kendi doğal süreci sonucu meydana gelen yavaş değişimlere canlıların uyum göstererek varlıklarını sürdürmeleri beklenir. Ancak, canlıların yaşam alanlarında nispeten kısa bir zaman dilimi içinde meydana gelen değişimlere uyum göstermesi pek çok canlı türü için olası değildir. O halde küresel ısınma evrimciler için çok önemli bir araştırma konusu oluşturmakta ve beraberinde pek çok soruyu akla getirmektedir. Doğal seçimle evrim yeryüzündeki adaptasyonun ana kaynağı ise, küresel iklim değişimi sonucu yaşamın hızla evrimleşerek değişen çevre koşullarına uyum sağlayacağını bekleyebilir miyiz? Bu soruyu yanıtlamak koruma biyologları için kritiktir ve alanlarının pratik uygulamalarını araştıran evrimsel biyologlar için anahtar bir sorudur. Bu soru zamansal olarak iki nedenden dolayı önemlidir; (1) Son zamanlarda pek çok çalışma değişen iklim koşullarına pek çok ekolojik tepkiyi ortaya koymuştur. (2) Her ne kadar evrim insanın yaşam

süresinden çok daha uzun bir süreçse de, mevcut bulgular evrimin bazen çok hızlı gerçekleşebildiğini göstermiştir.

İklimsel değişmelere tepkinin türlerin fenolojilerinde değişmelere yol açtığını göstermiştir. Fenoloji “Bitki ve hayvanların aktivitelerinin (örneğin çiçek açma, göç, yumurta bırakma, doğum vs.) mevsimsel zamanlaması” olarak ifade edilebilir. Organizmaların fenolojisi; çevresel koşullara uyumları ve bireylerin uyum gücünü (fitness) en üst düzeye çıkarmak için doğal seçimle evrimleşmişlerdir. Örneğin kuşların erken ya da geç göçleri üreme ve beslenmelerini sekteye uğratabilir. Benzer şekilde bitki türlerinin büyüme ve çiçek açma sezonları, bitkilerin populasyon dinamikleri üzerine çok derin etkilere sahiptir. Yapılan çalışmalar kültür bitkilerinin hasat zamanının değiştiğini, özellikle kuzey yarımkürede bitkilerin fotosentetik aktivitelerinden dolayı büyüme mevsimlerinde uzama olduğunu, bazı Ithaca kurbağa türlerinin 1900-1912 ile 1990-1999 yıllarındaki verileri kritik dönemlerde sıcaklıkta 1-2.3 °C’lik bir artış ve buna paralel üreme döneminde 10-13 gün öne çekilme ve kelebekler de ilk görünmeleri California’da 31 yıllık bir zaman diliminde 24 gün önce olduğunu göstermiştir. Burada küresel iklim değişiminin etki ettiği türler üzerinde tek tek durmak yerine, yapılan bazı meta-analizlerin sonuçlarını vermek olayın boyutu hakkında daha iyi fikir verecektir. Bugüne kadar çalışılan 1598 türün yarısından fazlası (%59) son 20-140 yılda fenolojileri ve/veya dağılımlarında ölçülebilir değişimler geçirdiğini göstermiştir. Bu değişimlerin rastlantısal olmadığı ve açıkça iklimdeki değişimlere paralel idi. Kuzey yarım kürede, kuzey ve yükseltideki yayılım sınırlarının kuzeye 6.1 km ve yükseğe 6.1 m genişlediğini göstermiştir. Fenolojik tepkilerin kantitatif analizleri, tüm türler için on yılda ortalama öne ilerleme 2.3 gün ve önemli değişimler gösteren türlerde ise 5.1 gün olarak hesaplanmıştır.

İklimdeki değişimler olması durumunda bitki ve hayvan populasyonlarının varlıklarını devam ettirebilmeleri için fenolojileri değişmek zorundadır. Mevcut populasyonların hızlı çevresel değişimlere uyum sağlayıp sağlayamayacaklarını tahmin etmek için fenolojik değişimlerin mekanizmasını anlamak gerekir. Hayvanların fenolojisi büyük çapta hormonlarca belirlenir. Örneğin, eşey steroid hormonlardaki mevsimsel değişimler memelilerde steroide bağlı davranışlardaki mevsimsel değişimlerin bir kasketi sonucudur. Bir diğer örnek ise, Aktik ilkbahar ilkimi kuşların üremesi üzerine inhibe edici etkileri olan strese hormonal tepkileri uyarabilir. Bitkilerin fenolojik değişim mekanizmaları ise farklıdır ve daha çok doğrudan çevresel değişimlere bağlıdır. Örneğin, arktik bitki türlerinin fenolojisi doğrudan karın olmadığı periyodun uzunluğuyla, karların erdiği gün sayısı ve besin varlığıyla ilişkilidir.

Fenolojik değişimlerden sorumlu mekanizmalar potansiyel olarak ikiye ayrılabilir;

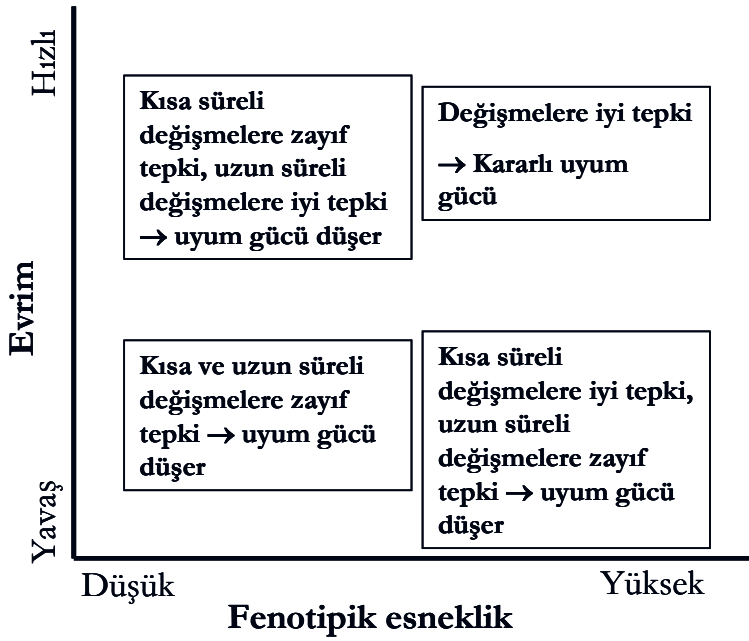
1. Fenotipik esneklik (plastisite) (bireylerdeki değişimler); bireylerin kısa süreli çevresel değişimlere uyumlarını sağlar.
2. Evrim (nesiller boyunca gen sıklığındaki değişimler); fenotipteki kalıcı değişimlerle populasyonların uzun süreli çevresel değişimlerle baş etmesini sağlar.

Çevresel şartlardaki uzun süreli yönlü değişimlerle karşılaşıldığında, evrimsel adaptasyon doğal populasyonların uzun süreli direnmeleri için elzemdir. Çevresel değişimlere mükemmel uyan bir populasyon yoktur, fakat yönlü çevresel değişime bir populasyonun evrimsel tepkisini iyileştirebilir. Böylece seçilimin negatif demografik etkilerini daha aza indirger ve direnme ihtimallerini iyileştirebilir. Sonuç olarak, populasyonlar sadece adaptif evrim hızı en azından çevresel değişim hızına uyarırsa var olabilirler.

Kantitatif bir karakterin değişen çevre koşullarına seçim ile evrimsel uyumu için gerekli koşul kalıtılabilir varyasyonun varlığıdır. Önemli derecede genetik varyasyon düzeyleri (heritabilite: h^2) pek çok organizmada çok sayıda özellik için saptanmıştır. Bu da pek çok özelliğin değişen çevre koşullarına evrimsel olarak uyum sağlayacağına dair potansiyeli olduğunu gösterir.

Bir populasyonun fenolojisinin çevresel değişimlere tepkisinin nasıl olacağını tahmin etmek için, populasyondaki fenotipik esnekliğin derecesi ve populasyonun evrilme hızının bilinmesi gerekir. Kantitatif bir karakter için fenotipik esnekliğin derecesi ve evrilme hızına bağlı olarak çeşitli durumları

tanımlayabiliriz. Ekstrem bir durum olarak, mevcut evrim yavaş ve ilgili karakter için fenotipik esnekliğin neredeyse hiç olmadığını varsayalım. Ortalama karakter değerindeki değişimin kaynağı zayıftır ve karakter üzerine işleyen seçim gradiyenti çok yüksekse, populasyonun ortalama uyum gücü iklim değişimin baskısı altında düşer. Diğer bir ekstrem durumda ise, fenotipik esneklik büyük ve mevcut evrim hızlı olsun. Populasyonun ortalama uyum gücü dengede kalır. Bu belirli durum, karakterin seçilimi ve genetik varyasyonuna karşın, çevresel değişmelere antagonistik esneklik ve genetik tepkilerin belirgin evrimsel durağanlığa yol açtığı durumda meydana gelir (Şekil 7). Fenotipik esnekliğin derecesi ve evrimin hızına bağlı olarak iklimsel değişmelere organizmanın fenotipik tepkisi tahmin edilerek iyimser ya da kötümser senaryolar yazabiliriz.



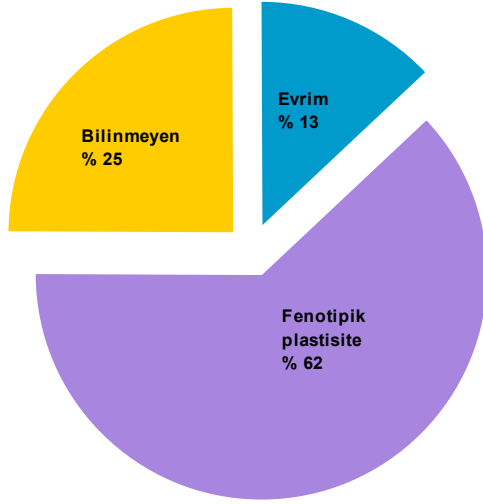
Şekil 7. Populasyondaki fenotipik esneklik düzeyi (x eksen) ve mevcut evrim hızına (y eksen) göre hızlı çevresel değişime bir populasyonun tepkisine ilişkin kalitatif tahminler (Berteaux vd. 2004).

Pek çok tür hali hazırda hızlı küresel iklim değişmelerinden etkilenmiş ve bu değişmelere uyum sağlayamamış ve pek çok türde risk altındadır. Örneğin, Kostarika'da yağmur ormanlarındaki pek çok dağ kurbağalarının bazılarının populasyonlarının küçüldüğü ve de yok olduğu görülmüştür. Orta ve Güney Amerika'daki kurbağaların son 20-30 yılda %67'sinin yok olduğu saptanmıştır.

İklimsel Değişimlerin Türlerde Fenolojik Değişmelere ve Evrilmesine Yol Açtığını Gösteren Örnek Bir Çalışma: Kızıl Sincap

Kanda'daki kızıl sincabın 1989-2002 yıllarında 325 dişinin ortalama doğum zamanı incelenmiştir. Bölgedeki ilkbahar sıcaklık artışı yaklaşık 2 °C'lik artış göstermiştir. On yıllık bir süre zarfında dişilerin ortalama yaşam süresi doğum zamanı 18 gün kadar ilerlemiştir. Bu da onlara kış ve sonraki üreme için daha fazla çam kozalağı toplamalarını sağlamıştır. Bu uyum acaba dişilerin değişen çevreye doğrudan tepki olarak fenotipik esnekliklerinden mi, doğal seçimle mikroevrimsel bir uyumdan mı ya da her ikisinden de mi kaynaklandı? Bu hem dişilerin değişen çevre şartlarına doğrudan bir tepkisi olarak doğrudan fenotipik esneklik ve doğal seçimden kaynaklandığını göstermiştir. Doğum zamanı için bireysel genlerin birlikte eklemeli alelleri (Tahmin Edilen Üreme Değerleri, EBV) Sınırlı Maksimum-Olasılık (REML) 'hayvan modelleri' analizini kullanarak hesaplanmıştır. Dişilerin dört nesli boyunca EBV'lerinin karşılaştırılması populasyonda doğum zamanını etkileyen genetik değişmelerin bir tahminini sağlamıştır. Doğum zamanının ileriye gelmesinde en büyük payın fenotipik esneklikten kaynaklandığını göstermiştir (%62 ya da her nesilde

3.7 gün). Fenotipik değişimin küçük fakat önemli bir kısmı ise bu karakterdeki mikroevrimsel değişimlerden kaynaklandığını ortaya koymuştur (% 13 ya da her nesil için 0.8 gün). Bu fenotipik değişimin % 25'nin ise kalıtlanabilirliğin ve seçim kademelerinin hesaplanması sırasında çalışmanın değişik basamaklarındaki hatalardan dolayı bilinmeyen nedenler oluşturmaktadır (Şekil 8).



Şekil 8. Yukon'da (Kanada) on yıl çalışılan Kuzey Amerika kızıl sincap popülasyonunda gözlenen doğum zamanında değişimin nedenleri (Berteaux vd. 2004).

Bu konunun daha iyi anlaşılması için bazı soruların yanıtlanmasında yarar vardır.

Bir türün çok hızlı bir şekilde evrimleşme yeteneğini etkileyen ana faktörler nelerdir?

Bu soru en öz yanıtı; uyum gücüyle ilişkili ya da ekolojik olarak önemli özelliklerin genetik çeşitliliğidir. Uygun olmayan ve stresli koşullar altında ölçülen özelliklerin genetik varyansı, uygun koşullarda olanlardan daha yüksektir. Bunun nedeni çevresel koşullara bağlı olarak genlerin diferansiyel ekspresyonudur. Bu da küresel ısınmanın popülasyonların özelliklerinde hızlı değişimlere yol açabileceğini göstermektedir.

Bir türün çok hızlı bir şekilde evrimleşme yeteneğini etkileyen ana faktörler nelerdir?

1. Fenotipik esneklik popülasyonların çevresel değişimlere tepkisinde önemli rol oynar.
2. Fenotipik esneklik değişen çevre koşullarında popülasyonlara sabit bir uyum gücü sağladığı için uyumsal (adaptif) olduğu söylenebilir.
3. Fenotipik esnekliğin değişen çevre koşullarına olan uyum yeteneği, geçmişte popülasyonların maruz kaldığı benzer çevresel baskılara olan tepki ile evrimleşmiştir.
4. Fenotipik esneklik bir özelliğin üzerine seçim baskısını azaltır ya da artırabilir. Sincap örneğinde çevresel değişime tepki doğum zamanının değişmesine yol açtığı için seçim baskısı azalmıştır.

Türün nesil verme süresi evrimleşme potansiyelinde önemli bir faktör müdür?

Bunun yanıtı evettir. Mikroevrimsel değişimler nesiller boyunca meydana gelir. Yani bir nesilden diğerine alel çeşitleri ve sıklıklarındaki değişimler ile gerçekleşir. Bu nedenle erken eşeysel olgunluğa ulaşan ve nesil verme süresi kısa olan türlerin değişen çevresel koşullara uyumu daha hızlıdır. Bu nedenledir ki büyük memelilerin diğer türlerden daha yüksek risk grubudur.

Şayet efektif popülasyon büyüklüğü küçük ve çevresel değişimler çok büyükse, adaptasyonun hızı yeterli olmayabilir ve popülasyon yok olmanın kritik eşiğine gelebilir. Popülasyonun direnme

olasılığı büyüme kapasitesine bağlıdır. Nesil verme süresi olan büyük vücutlu türler popülasyon büyümesi için düşük kapasiteye sahip olduklarından özellikle yok olmaya duyarlıdırlar.

Kürsel ısınma popülasyonlar üzerine ne tür yeni seçici baskılar yapması beklenir mi?

Hem biyotik faktörlerin değişmesiyle doğrudan hem de rekabet, predasyon, parazitizm, mutualizm vb baskılarla dolaylı yanıt evettir.

Çevresel koşullardaki değişimler fenotip ve uyum gücü arasındaki ilişkiyi etkilediği zaman yeni seçici baskılar oluşur. Bu seçici baskı iklimdeki değişmelerle çok daha hızlı olacağına şüphe yoktur.

Kuzey enlemlere türlerin göç hızındaki artışa bağlı olarak yeni avcılar, avlar, parazitler ve rekabetçiler arktik türlerle temasa gelecektir. Bu nedenle kuzey enlemlerde besin ağı gelecekte iklimsel değişmelerle değişecektir. Güney popülasyonlardan gen akışı soydışı üreme (outbreeding) depresyonu ile bazı lokal olarak adapte olan popülasyonların uyum gücünü düşürebilir.

Evrimsel değişimi ölçmek/tahmin etmek için ne gibi bilgilere ihtiyacımız vardır?

Birinin diğeri ile ilişkisi bilinen pek çok bireye ait fenotipik özelliklerle ilgili uzun süreli veri setlerine gereksinim vardır. Bunun için iki genel yaklaşım söz konusudur.

Sinkronik yaklaşım: aynı atasal popülasyonlardan zaman içinde farklılaşan popülasyonların fenotipik özellikleri karşılaştırılabilir.

Allokronik yaklaşım: Bir popülasyonun uzun süreli incelenmesi mikroevrimsel değişimleri gösterebilir.

Bu sayede iklimsel değişmelere paralel olarak bir fenotipin evrimi arasında bir paralellik saptanabilir. Bu yaklaşım sayesinde popülasyonlar arasında farklılaşma hızının tahmin edilmesi mümkün olabilir. Fenotipik düzeyde popülasyonların incelenmesi iklimsel değişmelere müteakip popülasyonların devamlılığı hakkında çok yararlı bilgiler sağlayabilecektir.

Atasal DNA ve Filokronolojiden Yararlanarak İklimsel Değişmelere Genetik Tepkinin Saptanması

Filocoğrafya tür içi ve türler arasındaki genetik çeşitliliğin dağılımını anlamamızı sağlar. Fakat filocoğrafya bir lokalitedeki genetik çeşitliliğin ekolojik olarak önemli bir zaman periyodundaki değişimine doğrudan deneysel kanıtlar sağlayamaz. Bu amaçla en iyi yaklaşım atasal konumunda olan fosillerden atasal (aDNA)'yı incelemektir.

Bu amaçla Hadly vd. (2004) Wyoming's Yellowstone National Park'taki (Montane) iki memeli türünün (Tarla faresi, *Microtus montanus* ve Avutlaklı fare, *Thomomys talpoides*) (Şekil 9) zamanla değişen çevresel koşullara paralel olarak evrimi 3.000 yıllık fosillerden elde edilen aDNA ile günümüz popülasyonlarının DNA'larına dayanarak araştırılmıştır. Bu yaklaşım "filokronoloji" olarak bilinir. Araştırmacılar özellikle Geç Holosen Ortaçağ Sıcak Periyodu'nun (M.Ö. 1.150-650) ve Küçük Buzul Dönemin (M.Ö. 650-50) evrimsel etkilerini ortaya koymayı amaçlamışlardır.

Araştırmacılar bu iki tür nemli habitatları tercih ettiklerinden bu sıcak periyodun popülasyonlarda bir düşüşe ve küçük buzul dönemde ise bir artışa yol açması gerektiğini ileri sürmüşlerdir. Tahmin edildiği gibi fosil sıklığı analizi, sıcak periyodun tarla faresi popülasyonunda %40 ve avutlaklı fare popülasyonunda ise %50 bir küçülme olduğunu göstermiştir. Küçük buzul dönemde ise popülasyonda önemli bir büyüme olduğu ortaya konulmuştur. Bu bulgular popülasyon büyüklüğü ile iklim arasında doğrudan bir ilişki olduğunu kanıtlamaktadır.



Acaba bu populasyonlar global ısınma ve soğumaya genetik olarak nasıl tepki vermişlerdir? Evrimsel bir süreç olarak, populasyon küçülmeleri genetik sürüklenme sonucu genetik çeşitliliğinin azalmasına yol açması beklenir.

aDNA ve günümüz populasyonlarından elde edilen DNA verileri, Avutlaklı fare populasyonunun küresel sıcaklık artışına bağlı olarak küçüldüğünü ve sonucunda da genetik çeşitliliğinin azalmasını yol açtığını göstermiştir. Bunun nedeni çok fazla yayılmayan ve bir bölgeye bağlı yaşamalarından kaynaklandığı ileri sürülmüştür.

Tarla faresi populasyonu bir küçülme geçirmiş olmasına karşı, genetik çeşitliliğinde bir azalma göstermemiştir. Bunun nedeni ise tarla faresinin sürekli diğer kolonilerden bireyle çiftleşme davranışından kaynaklandığı ileri sürülmüştür. Bu dönemde bazı koloniler küçülürken diğerleri ise genişlemiştir.

Bu çalışma filokronolojik yaklaşımı kullanarak nispeten kısa bir zaman dilimi içerisinde gen çeşitliliğine neden olan dinamik süreçlerin ortaya koyulmasının mümkün olduğunu ortaya koymuştur. Burada çevresel değişim, populasyon tepkisi, genetik yapıdaki değişim ve bunlar arasındaki korelasyon açık bir şekilde gösterilmiştir.

Kaynakça

1. Barthlott, W., Biedinger, N., Braun, G., Feig, F., Kier, G. & J. Mutke (1999). Terminological and methodological aspects of the mapping and analysis of global biodiversity. In: Acta Botanica Fennica 162: 103-110.
2. Berteaux D, Reale D, McAdam AG and Boutin S. (2004). Keeping pace with fast climate change: can arctic life count on evolution. Integr. Comp. Biol., 44:140-151.
3. Çıplak B., Başbüyük H.H., Karaytuğ S. ve Gündüz İ. (2002). Evrimsel Analiz. Palme Yayıncılık, Ankara. (Scott Freeman ve Jon C. Herron. Evolutionary Analysis. Prentice-Hall, Inc. (2nd Edition© 1999) çevirisi).
4. Hadly EA, Ramakrishnan U, Chan YL, van Tuinen M, O'Keefe K, Spaeth PA and Conroy CJ. (2004). Genetic response to climate change: insights from ancient DNA and phylochronology. Plos Biol., 2(10):e290.
5. <http://www.cuttingedge.org/BiodiversityHotspotsWorldMap.gif>
6. Understanding evolution. <http://evolution.berkeley.edu/>
7. World Atlas of Biodiversity, IUCN & WCMC, 2002
8. www.tr.wikipedia.org

Canlılarda Direnç Evrimi

Doç. Dr. Meral KENCE

Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, Ankara

Direnç, geniş anlamda bir populasyondaki bireylerin çevrelerindeki zararlı etmenlere karşı kalıtsal uyumları ile yaşamda kalabilme yetisi olarak tanımlanabilir.

Canlılarda direnç evrimine prokaryotlardan ökaryotlara çok farklı taksonomik gruplarda pek çok örnek vardır ve bunlar süregiden evrim örneğidirler:

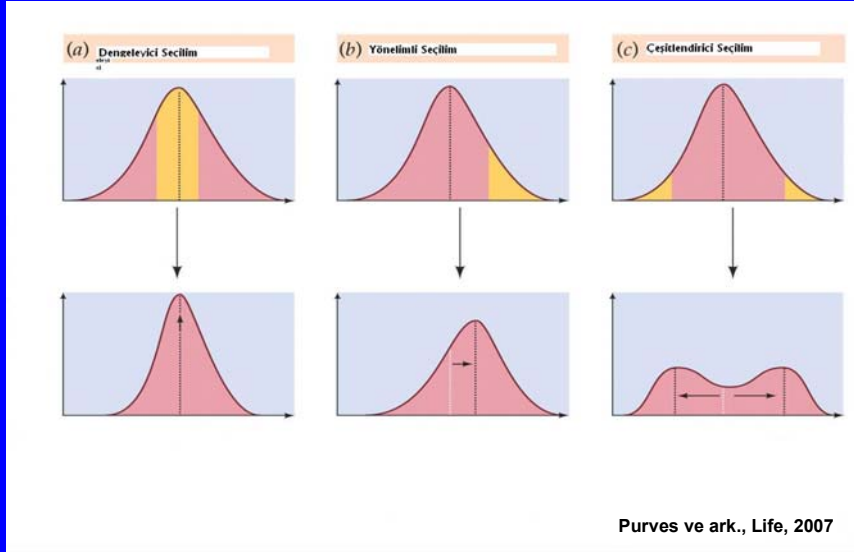
1. Mikroorganizmalarda antibiyotiklere direnç
2. Böceklerde, böcek öldürücülere (insektisit) direnç
3. Hastalık yapıcılara (patojen) karşı direnç
 - 3.a. Omurgalı hayvanlarda MHC, insanda HLA genleri
 - 3.b. İnsanda bir alıcı (reseptör) kodlayan CCR5 geni ve hastalıklara direnç
 - 3.c. insanda sıtmaya karşı direnç
4. Bitkilerde direnç

Bu örneklerin tümünde, mutasyon ve seçim yoluyla evrim gözlenmektedir.

Canlıların genomunda ortaya çıkan bazı mutasyonlar (kalıtsal değişimler) değişen çevre koşullarında ya da mevcut zararlı etmenlere karşı yaşam savaşında yarar sağlayabilmekte, bu mutant genleri taşıyan bireyler yaşayabilmekte ve üreyerek genlerini sonraki kuşaklara aktarabilmektedirler. Böylece canlı topluluklarında genetik yapı değişimleri ortaya çıkmakta, canlı toplumu farklılaşmaktadır ve bu oluşum mikroevrim olarak tanımlanmaktadır.

Canlı toplumlarında seçim farklı şekillerde olabilmektedir. a)dengeleyici seçim, b)yönelimli seçim, c)çeşitlendirici seçim (Şekil 1). Dengeleyici seçimde ortalama değerlere sahip genotipler seçilmekte ve bir sonraki generasyonda ortalama değişmemekte fakat varyasyon azalmaktadır. Yönelimli seçimde dağılımın bir ucundaki genotipler seçilmekte bunun sonucu olarak bir sonraki kuşakta ortalama sağa kaymakta, varyasyon ise karakterin özelliğine ve seçim baskısının büyüklüğüne bağlı olarak değişmekte veya aynı kalmaktadır. Çeşitlendirici seçimde ise dağılımın iki ucundaki genotipler avantajlı olmakta ve seçilmektedirler, bir sonraki kuşaktaki genotiplerin oluşturduğu iki farklı ortalama ve varyasyon değerli dağılım ortaya çıkmaktadır.

Canlı Toplumlarında Doğal Seçilimin İşleyişi



1. Mikroorganizmalarda antibiyotiklere direnç

Antibiyotik direnci mikroorganizmalarda içsel (intrinsic) veya sonradan kazanılmış olabilmektedir. İçsel direnç örneğin hücre duvarlarında peptidoglikan bulunmayan *Mycoplasma* hücre duvarını hedef alan antibiyotiklere (β -lactam) dirençli olmaktadır.

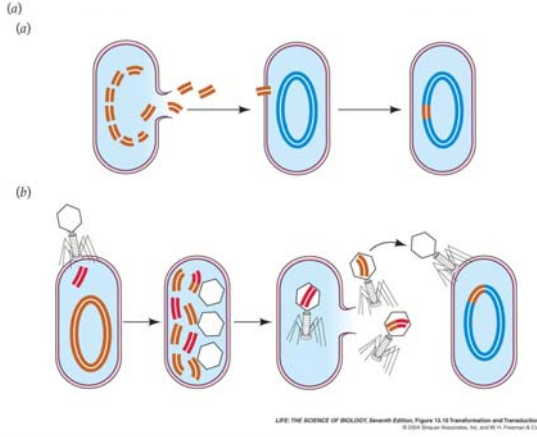
Pseudomonas aeruginosa, dış zarın kısıtlı geçirgenliği ve kromozomunda β -lactamase geni bulunması nedeniyle içsel dirence sahiptir.

Antibiyotiklere kazanılmış direnç ise bakteri genomundaki mutasyonlarla (nokta mutasyonları, eksilmeler (delesyon) veya eklenmeler (insersiyon) veya yatay gen transferi ile ortaya çıkmaktadır. Yatay gen transferi, konjugasyon ile, direnç genleri taşıyan plazmidler ya da aynı ya da farklı mikroorganizma türleri arasında transdüksiyon ve transformasyon ile veya transpozonlarla gerçekleşmektedir (Şekil 2). Bu elemanlar rekombinazları ve entegrazları kullanarak bakteri genomuna DNA, yani genetik bilgi eklemekte, böylece dirençli bir bakteri hücresi direnç genlerini duyarlı hücrelere hızla yayabilmektedir (Normark & Normark, 2002). Yoğun antibiyotik kullanılması da güçlü bir seçim baskısı oluşturduğundan kısa zamanda çok dirençli soylar ortaya çıkmaktadır. Aşırı antibiyotik kullanılması genellikle yüksek düzeylerde direnç ile bağlantılı bulunmaktadır. Bir örnek verecek olursak, zatürre, menenjit ve orta kulak enfeksiyonuna neden olan mikroorganizma *Streptococcus pneumoniae*'ya karşı 1940larda penisilin kullanılmaya başlandı ancak 1960larda direnç saptandı ve *S. pneumoniae*'da direnç küresel bir sorun olarak insanları tehdit etmektedir, bazı toplumlarda direnç düzeyleri ciddi boyutlardadır. Son savunma silahı olarak görülen Vancomycin'e direnç bazı enterokok bakterilerinde saptanmış olup pnömokok türü bakterilere yatay gen transferi ile geçmesi ve yayılması yaşamı tehdit eden enfeksiyonlarda bu antibiyotiğin de etkisiz kalacağı öngörülmektedir (Gilmore & Hoch, 1999; Bunch & Baines, 1997).

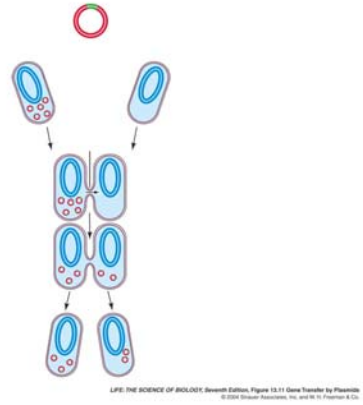
Şekil 2. Bakterilerde yatay gen aktarımı

(a) Transformasyon

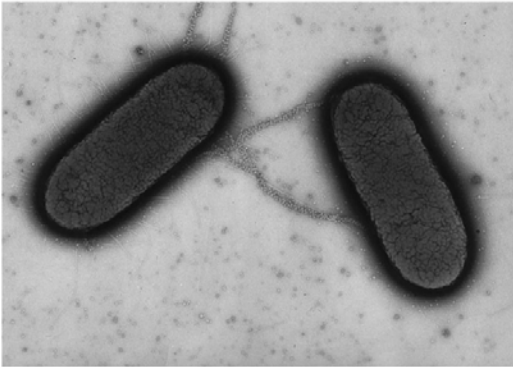
(b) Transdüksiyon



(c) Plazmid aktarımı



(d) Konjugasyon



Antibiyotik direncinin artan yayılışı evrimin sonucudur; bu ilaçların kullanılmasıyla bakteri toplumlarında doğal olarak bulunan antibiyotiklere dayanıklı bireylerin seçilmesi yoluyla sayıları artmakta ve baskın mikroorganizma olmaktadır. “ bulunduğu çevreye en uyumlunun yaşaması” antibiyotik direnci örneğinde de gözlenmektedir.

Bakterilerin direnç geliştiremediği hiçbir mikrop öldürücü ilaç örneği yoktur.

Direnç kazanmanın mikroorganizmaya bir bedeli olabilmekte, ancak bunu telafi edici mutasyonların hızla birikmesi bu uyum bedelini ortadan kaldırmaktadır (Normark&Normark, 2002). Bu saptama bir bakteri popülasyonunda birçok direnç tiplerinin asla kaybolmamasını açıklamaktadır. Örneğin, bir bakteri topluluğunun antibiyotiğe direnç kazanması o bakterinin yavaş gelişip çoğalmasına neden olsa, bu bir bedeldir bir uyum eksilmesidir, ancak ölüm-kalım savaşında başarıdır, yavaş gelişse bile varlığını sürdürebilmektedir. Duyarlılığı sürse antibiyotikli ortamda hiç yaşayamayacak ve yok olacaktı.

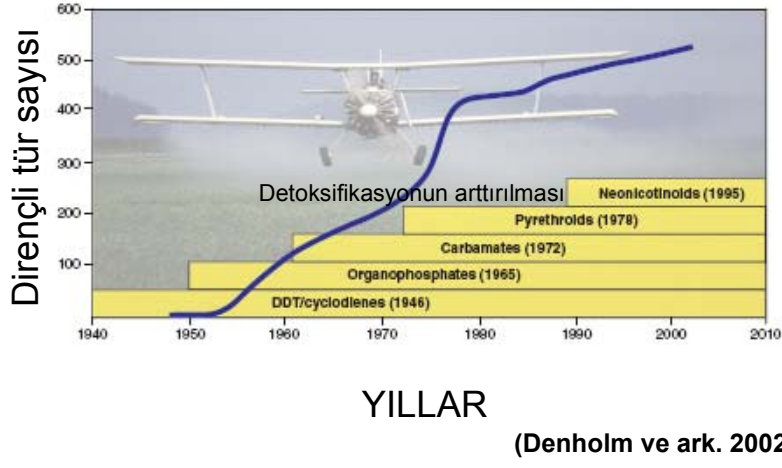
Direncin nasıl evrimleştiğini ve yayıldığını bilmek, genetik ve fizyolojik mekanizmalarını anlamak, yeni geliştirilecek antibiyotiklere de direncin evrimleşmesini önlemek ya da yayılmasını engellemek için neler yapılabileceğini kestirmek evrimsel bilginin ışığında olanaklıdır ve bu bilgi bundan sonraki yaklaşımlarımızda yararlı ve yol gösterici olacaktır.

Örneğin aşılarda, enfeksiyonların sıklığını azaltarak dolaylı olarak antibiyotik kullanımını azaltacaktır, böylece antibiyotiklere karşı mikroorganizmalarda direncin evriminin önlenmesi ve hatta geri döndürülmesinde önemli bir rol oynayabilir. Öte yandan bulaşıcı hastalıkların kontrolü, gelişmiş sıhhi temizlik, doğru antibiyotik kullanımı gibi uygulamalar da buna katkı sağlayacaktır.

2. Böceklerde böcek öldürücülere direnç de, antibiyotik direnci gibi, insan eliyle yapılmış önemli bir doğal seleksiyon ile evrim örneğidir. böceklerde böcek öldürücülere direncin evrimi, Darwin’in “en uyumlunun yaşaması” (survival of the fittest) kuramını en etkin doğrulayan oluşumdur.

500den fazla dirençli böcek türü (en az bir böcek ilacına dirençli) saptanmış bulunmaktadır (Georghiou & Lagunes-Tejeda, 1991; Futuyma, 2007). Bunların çoğu tarım zararlıları ve insan sağlığını tehdit eden hastalık etmenlerinin taşıyıcıları olan böceklerdir. 71 sentetik kimyasal böcek ilacına karşı dirençlilikle bir afid türü, *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphidae) şampiyon durumda olup 51 kimyasala karşı dirençle lahana yaprak güvesi, *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) ikinci sırada, 37 kimyasala direnç kazanan Colorado patates böceği, *Leptinotarsa decem-lineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae) 3. sırada yer almaktadır (Georghiou & Lagunes-Tejeda, 1991). Salmonella, Shigella, E. coli gibi bakteriler için taşıyıcı olan karasinek, *Musca domestica* ve sıtma paraziti taşıyan *Anopheles* cinsi sivrisineklerin birçok türü de bu yarışta önde gitmektedirler.

(Direnç: 'Doğal' seçilim)



green peach aphid (*Myzus persicae*) 71 insektisite dirençli bir afid türü, şampiyon

51 kimyasala karşı dirençle 2. olan diamondback moth (*Plutella xylostella* L.)



37 kimyasala direnç kazanarak 3. olan Colorado potato beetle, (*Leptinotarsa decem-lineata*)

Salmonella, *Shigella*, *E. coli* gibi bakterilerin taşıyıcısı karasinek *Musca domestica* ve *Anopheles* cinsi sivrisineklerin birçok türü bu yarışta önde gitmektedirler ve bütün dünyada yayılmışlardır. (Georghiou & Lagunes-Tejada 1991).



Direnç nasıl ortaya çıkmaktadır? Direncin evriminde rol oynayan gen sayısı nedir?
Direnç genlerindeki mutasyonların sayısı nedir? Sorularına “insect genomics” teki gelişmeler yanıt verebilmekte ve karmaşık metabolik sistemlerin anlaşılmasını kolaylaştırmaktadır.

Direncin işleyiş yolları (mekanizmaları):

Böcek öldürücünün emiliminin azaltılması

Hedef enzimin böcek öldürücüye duyarlılığının azalması (hedef enzimin değişmesi)

Böcek öldürücünün artan detoksifikasyonu

Bu işleyiş yollarından en etkili ve en yaygın olanları, hedef enzimin böcek ilacına duyarlılığının azalması ve ilacın artan detoksifikasyonudur.

Organofosfat (OP) ve karbamat böcek öldürücülerin hedef enzimi Asetilkolinesteraz (AChE)dir. Bu enzimin görevi sinapslarda bir nörotransmitter olan asetilkolini (Ach) hızla hidrolize ederek birikmemesini sağlamaktır. Organofosfat ve karbamat insektisitler asetilkolinesterazı inhibe ederek asetilkolinin sinapslarda birikmesine neden olmakta, bunun sonucunda sürekli uyarılmadan dolayı böcek çok fazla enerji harcamakta ve tükenip ölmektedir. AChE enzimindeki kantitatif ve kalitatif değişimler dirence neden olmaktadır. Merkezi sinir sistemindeki asetilkolinesteraz düzeyi ile OP direnci arasında korelasyon saptanmıştır (Fournier et al., 1992;1993). Enzimin fazla üretimi böceği OP zehirlenmesine karşı korumaktadır. Asetilkolinesteraz enzimini kodlayan *Ace* genindeki nokta mutasyonları ise bu enzimi insektisitlere duyarsız hale getirmekte, böylece insektisit etkisiz kalmaktadır. Örneğin Phe¹¹⁵ - Ser, Ileu¹⁹⁹ - Val, Gly³⁰³ - Ala ve Phe³⁶⁸ - Tyr Gly²²⁷Ala mutasyonları *Drosophila*'da (Fournier et al.1993), karasinekte (Walsh et al., 2001), sivrisinek ve afidlerde (Nabeshima et al.,2004) , afid (Nabeshima et al., 2003) , bir güve türünde, *Plutella xylostella* L.(Ni et al., 2003) saptanmıştır. *Drosophila* (Fournier et al.1993) ve ipek böceğinde de bu mutasyonların bulunması (Seino et al., 2007) hedef olmayan bu türlerin de etkilendiğini ve direnç geliştirdiğini göstermektedir. Asp to Ala (150), Ile to Leu (153), Thr to Ser (165), Glu to Gln (218) and Met to Ile (227) saptanan diğer amino asit değişimleridir (Tomita et al., 1995).

Metabolik direnç: sitokrom P450ler, karboksilesterazlar (KOE), glutatyontransferazlar (GST) insektisit metabolizmasında önemli rol oynayan enzimlerdir.

Sivrisineklerde (*Anopheles gambiae*) çarpıcı olan, bu enzimleri kodlayan genlerin sayılarının artmış ve kümeler oluşturmalarıdır. Örneğin *A. gambiae*'da 111 P450, 51 KOE, 31 GST geni saptanmıştır (Ranson et al., 2002). Bu genlerde yüksek nükleotid dizilimi benzerliği bulunmaktadır, örneğin, iki P450 geninin nükleotid benzerliği %99.3 bulunmuştur. Bu kopyalardan bazıları insektisit direncinde rol oynamakta, bazıları böceklerde temel fizyolojik işlevleri yerine getirmektedirler. Bazı dirençli afid soylarında, gen kopyalarının artması ve artan gen ifadesi ile 70 kat fazla esteraz üretimi saptanmıştır.

Ayrıca bu genlerde evrim sürecinde kopyalanma(duplication) dan sonra meydana gelen nokta mutasyonları ile bir veya birkaç amino asit değişimi ile herbir gen ürünü bir maddeye (substrat) özgünlük kazanmaktadır.

Türkiye'deki karasineklerle yapılan bir araştırmada bir karboksilesteraz kodlayan *MdaE7* genindeki bir mutasyonun enzimde Trp²⁵¹→Ser değişimine neden olduğu, bunun malation direncinde rol oynadığı saptanmıştır. Duyarlı referans soyuna kıyasla 600 kat dirençli karasinek toplumlarında ayrıca yüksek GST ve AChE aktiviteleri birden fazla direnç mekanizmasının birarada bulunmasıyla yüksek malation direncinin ortaya çıktığını ve bu böcek ilacının etkisiz kaldığını göstermektedir (Taşkın & Kence, 2004).

3. Hastalık yapıcılara (patojen) karşı direnç

3.a. Omurgalı hayvanlarda MHC, insanda HLA genleri

Omurgalı hayvanlarda MHC, insanda HLA genleri, hastalık yapıcı etmenlere karşı vücudu koruyan, bağışıklık yanıtı veren, bir başka deyişle direnç sağlayan molekülleri üretir. İnsan genomunda en değişken lokuslar olarak bilinen HLA grupları HLA-A, HLA-B, HLA-DR1 lokuslarında sırasıyla 243, 499 ve 321 alel saptanmıştır (Garrigan & Hedrick, 2003). Bu büyük çeşitlilik, hastalık yapıcı etmenlerin çeşitliliğine karşı bir uyarlanmadır. Diğer HLA lokuslarında da fazla sayıda alel bulunmaktadır.

3.b. İnsanda bir alıcı (reseptör) kodlayan CCR5 geni ve hastalıklara direnç

CCR5 ve hastalıklara direnç: alıcı 5 kodlayan CCR5 geninde meydana gelen 32 baz çiftinin

Delesyonu ($\Delta 32$) bu alıcıyı işlevsiz kılmakta ve bu delesyonlu gen bakımından homozigot olan bireyi HIV enfeksiyonuna karşı dirençli yapmaktadır; heterozigotlarda ise AIDS hastalığının başlamasını geciktirmektedir. Bu alelin coğrafik dağılımına bakıldığında kuzey Avrupa'da % 16, güney Avrupa'da %4 sıklıkta olduğu ve Afrika ve Asya örneklerinde bulunmadığı görülmektedir (Şekil xx). Bilim insanları HIV enfeksiyonlarının çok yakın geçmişte başladığından hareketle bir mutasyonun bu kısa sürede böyle yüksek sıklığa ulaşamayacağını ve seçilimin çok daha önceleri, başka bir hastalık etmenine direnç sağlaması sonucunda artmış olabileceği varsayımını sınadılar. Bunun için CCR5 geni yakınlarındaki iki mikrosatellit lokusunun gözlemlenen bağlantı dengesizliği değerini kullanarak 32 baz delesyonun yaşını 700 yıl olarak hesapladılar ve bunun vebaya ya da çiçek hastalığına direnç ile bağlantısını tahmin ettiler. 2005te 2900 yıllık Tunç devri iskelet örnekleri üzerinde yapılan bir araştırmada bu delesyonun sıklığının %12 olduğu görüldü. Bağlantı grubu mikrosatellit haritası ve 32 SNP belirteçleri kullanılarak yapılan bir başka araştırma da delesyon yaşını 5075 olarak belirledi (Tunç devrine denk gelir). Bu çalışmalar delesyonun veba salgınından ve çiçek hastalığının yaygın olduğu zamanlardan daha önce ortaya çıkmış olduğunu gösterdi. Bu da bu delesyonun genel olarak bulaşıcı hastalıklara karşı direnç sağladığını ortaya koymaktadır (Hedrick, 2006).

3.c. insanda sıtmaya karşı direnç: Dünya Sağlık örgütü her bir dakikada 2 insanın sıtma hastalığından yaşamını yitirdiğini bildirmektedir. En çok da Güneydoğu Asya ve Afrika'da (yılda bir milyon çocuk) can almakta olan sıtma, insanın yakın tarihinde en güçlü seçim baskısı oluşturan hastalıktır. DDT, II. Dünya Savaşı sırasında kullanılmaya başlanmış ancak biyobirikim, çevre kirliliği ve hedef olmayan organizmalara zararı nedeniyle 30 yıl sonra yasaklanmış, DDT kullanıldığı sürede sıtmadan ölümler önemli ölçüde azalmış ancak yasaklandıktan sonra çok büyük oranda artmıştır. Öte yandan sıtma etmeninin taşıyıcısı sivrisineklerde DDT ve diğer grup insektisitlere direnç evrimi de savaş gücümüzü azaltmıştır.

Burada sözünü etmek istediğim bir başka hastalığa, orak hücre anemisine neden olan gen bakımından heterozigot olan bireylerin sıtmaya karşı dirençli olmaları olgusudur. Hemoglobin molekülünü kodlayan gende mutasyon sonucu hemoglobinde bir amino asitin değişmesiyle orak hücre anemisine neden olan bu genetik değişim heterozigot bireylerin sıtmaya dirençli olmalarını sağlamaktadır. Sıtmanın yaygın olduğu bölgelerde yaşayan insan toplumlarında seçim işlemekte ve orak hücre anemisi alelinin sıklığı artmaktadır. Dahası aynı lokusta bir üçüncü alel –aynı pozisyonda başka bir amino asit ornatmasına neden olan- sıtmaya karşı insanları, orak hücrelilere kıyasla daha dirençli kılmaktadır ve bu alelin sıklığı bazı batı Afrika toplumlarında hızla artmaktadır. Artışın bir nedeni hemoglobin C'nin hemoglobin S'ye kıyasla daha hafif kansızlığa neden olmasıdır. Araştırmacılar bu nedenle sıtmanın kökü kazanmadığı sürece gelecek birkaç bin yılda batı Afrika'da Hb-C'nin Hb-S'nin yerine geçeceğini ve baskın sıtma-karşıtı hemoglobin olacağını öngörmektedirler (Hedrick, 2006).

Benzer şekilde talassemi hastalığı taşıyıcıları –heterozigotları- nın da sıtmaya karşı dirençli oldukları saptanmıştır. İlaveten β -talassemi taşıyıcılarının koroner kalp hastalıklarına karşı da koruyuculuğu

olduğu ortaya konulmuştur. Bu koruyuculuk özelliği, talassemi hastalarına seçici yaşayabilme üstünlüğü kazandırmaktadır.

Bu örnekte de Darvinsel evrimin süreçleri açıkça gözlenmektedir;
mutasyon → varyasyon → seçim → uyarlanma = **evrim**

4. Bitkilerde direnç: Son yıllarda artan bilimsel araştırmalar bitkilerde de hastalıklara, ağır metallere ve herbisitlere karşı direnç genlerinin bulunduğu ve bu genlerin dengeleyici seçim ile populasyonlarda belli bir sıklıkta sürdürüldüğüne çok fazla örnek vardır. Bunlardan bir tanesi *Arabidopsis thaliana* bitkisinde hastalık yapıcı, *Pseudomonas* bakterisine karşı dirençtir. Bitkide bu direnç Rpm1 geninin kodladığı bir hücre zarı proteininin değişimi ile ortaya çıkmaktadır (Stahl et al., 1999).

Herbisit direnci: Yaygın kullanılmakta olan glyphosate herbisitine karşı direnç geliştiren en az 8 yabancı ot türü bilinmektedir. Bir çok ülkede bazı zararlı ot populasyonları bu herbisite hedef enzim direnci göstermekte, 5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase (EPSPS) enziminde 106. amino asitin değişimleriyle direnç kazanılmaktadır. Mutasyonlar, 106. amino asidi prolinden serin ya da treonine değiştirmekte ve EPSPS enzimini glyfosata dirençli kılmaktadır.

Aynı zamanda ABD ve Avustralya'da hedef enzimle ilgili olmayan glyphosate direnç mekanizması da atotu ve karaçayır populasyonlarında saptanmıştır. Bu mekanizmayla bu herbisit meristematik dokulara nakli azalmıştır. Her iki mekanizma da bir gen ile kalıtlanmaktadır. Zararlı otlarla savaşmada bu herbisite gereksinim artmakta iken direnç gelişimi bu değerli herbisit kaynağının sürdürülebilirliğini tehlikeye atmaktadır (Ehrenreich and Purugganan, 2006; Service, 2007).

Farklı canlı türlerinde direnç evrimine bu örneklerin tümünde gözlenen, canlıların değişmeden kaldıkları savının geçerli olmadığıdır. Canlılar nasıl değişmeden, oldukları gibi kalabilirler? İçinde yaşadıkları çevre dinamik, koşulları değişen bir çevre ve insan etkisiyle hızlanarak değişen bir çevre. Bu değişime ayak uydurmak canlılar için olmazsa olmaz. Ya değişerek uyum sağlayacak ya da değişmeyip yok olacak. Evrimin ne olduğunu, nasıl olduğunu araştıralım, öğrenelim ve öğretilim ki türümüzün ve bağımlı olduğumuz diğer canlı türlerinin yaşamlarını sürdürebilmeleri için gerekli bilgi donanımına sahip olabilelim.

Direnç oluşumunu çalışmak, araştırmak, evrimin işleyişini kavrama, seçilimi etkileyen etmenler olarak, mutasyonların etkileri, gen baskınlığı-çekinikliği, gen akışı, gen etkileşimleri, uyum ödünleri gibi ve hatta evrim kuramının sınanması için bir fırsat olmaktan öte kontrol stratejilerinin belirlenmesi ve direncin evriminin ertelenmesi ya da geri döndürülmesi için strateji geliştirmek ancak evrimin ilkelerine dayandırılarak yapılabileceğinden acil ve yaşamsal önem taşımaktadır. Gelişmiş ülkelerdeki evrim bölümlerinin, evrim araştırma enstitülerinin artan sayısı, evrim araştırmalarına ayrılan kaynakların büyüklüğü, hızla artan bilimsel yayınlar, ve bu bilgilerin tarımda, tıpta uygulanmaları, doğal seçimle evrim olgusunu reddetme ve bu alanda araştırma yapmayı engelleme ya da teşvik etmeme yaklaşımının olanaklı ve akıllıca olmadığını çok açık göstermektedir. Orta öğretimde evrim konusunun salt bilimsel yaklaşımla öğretilmesi bilime saygının gereğidir. Üniversitelerde ise biyoloji bölümlerinde ve diğer ilgili bölümlerde bir evrim dersi bulunmaması en azından öğrencilere yapılan haksızlıktır.

Kaynaklar:

Normark BH, Normark S. Evolution and spread of antibiotic resistance. *J Inter Med* 2002;252(2):91–106.

Gilmore MS., & Hoch, JA. 1999. Antibiotic Resistance: A vancomycin surprise. *Nature* 399:524-526.

Bunch A & Baines, A. 1997. Vancomycin- a vital antibiotic. Molecule of the month, July, 1997. <http://www.chm.bris.ac.uk/motm/motm.htm>

Fournier, D., Bride, J-M., Hoffmann, F., Karch, F. 1992. Acetylcholinesterase. Two types of modifications confer resistance to insecticide. *Journal of Biological Chemistry* 267(20):14270-14274.

Fournier, D., Mutero, A., Palavorio, M., Bride, J-M. 1993. *Drosophila* acetylcholinesterase: Mechanisms of resistance to organophosphates. *Chemico-Biological Interactions* 87(1-3):233-238.

Seino, A., Kazuma, T., Tan, A.J., Tanaka, H., Kono, Y., Mita, K., Shiotsuki, T. 2007. Analysis of two acetylcholinesterase genes in *Bombyx mori*. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 88(1):92-101.

Nabeshima, T., Kozaki, T., Tomita, T., Kono, Y. 2003. An amino acid substitution on the second acetylcholinesterase in the pirimicarb-resistant strains of the peach potato aphid, *Myzus persicae*. *Biochemical and Biophysical Research Communications* 307 (1):15-22.

Nabeshima, T., Mori, A., Kozaki, T., Iwata, Y., Hidoh, O., Harada, S., Kasai, S., (...), Tomita, T. 2004. An amino acid substitution attributable to insecticide-insensitivity of acetylcholinesterase in a Japanese encephalitis vector mosquito, *Culex tritaeniorhynchus*. *Biochemical and Biophysical Research Communications* 313 (3):794-801.

Walsh, S.B., Dolden, T.A., Moores, G.D., Kristensen, M., Lewis, T., Devonshire, A.L., Williamson, M.S. 2001. Identification and characterization of mutations in housefly (*Musca domestica* L.) acetylcholinesterase involved in insecticide resistance. *Biochemical Journal* 359 (1):175-181.

Ni, X.-Y., Tomita, T., Kasai, S., Kono, Y. 2003. cDNA and deduced protein sequence of acetylcholinesterase from the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). *Applied Entomology and Zoology*, 38 (1):49-56.

Georghiou, G.P. & Lagunes-Tajeda, A. 1991. The occurrence of resistance to pesticides in Arthropods. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

World Health Organization. <http://www.who.int/tdr/diseases/malaria>

Futuyma, D.J. 2007. Evolution, Science & Society: Insect pests: Resistance and management. Evolutionary Biology and the National Agenda.

Ranson H, Claudianos C, Ortellì F, Abgrall C, Hemingway J, et al. 2002. Evolution of supergene families associated with insecticide resistance. *Science* 298:179–181.

Taşkın, V., & Kence, M. 2004. The genetic basis of malathion resistance in housefly (*Musca domestica* L.) strains from Turkey. *Russian Journal of Genetics* (40):1215-1222.

Hedrick, P.W. 2006. Genetic polymorphism in heterogeneous environments: the age of genomics. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 37:67-93.

Garrigan, D. & Hedrick, P.W. 2003. Perspective: detecting adaptive molecular evolution, lessons from the MHC. *Evolution* 57:1707-22.

Service, R.F. 2007. A growing threat down on the farm. *Science* 316(5828):1114-1117.

Stahl, E.A., Dwyer, G., Mauricio, R., Kreitman, M., Bergelson, J. 1999. Dynamics of disease resistance polymorphism at the Rpm1 locus in *Arabidopsis*. *Nature* 400:667-671.

Ehrenreich, I.M. and Purugganan, M.D. 2006. The molecular basis of plant adaptation. Special Paper. *American Journal of Botany* 93:953-962.

Evrım Mühendisliği

Tuğrul Giray

Bilim ve uygulama

Doğayı incelemek sonucunda bulduğumuz uygulamalar insanların yaşam, sağlık, mutluluk ve refahları için önemlidir. Bilimin uygulanmasında insanlara yarar amacı, karşısında durulamayacak bir güç ve basitliğe sahiptir. Örneğin bilginin insanlara ulaşmasını kolaylaştıran basımevi Osmanlı'ya 300 yıl gecikmeyle ve dini yetkenin izni ile gelmiştir. Bu şeyhüliislam fetvasında basımevinin yararı dolayısıyla kullanılması uygun görülmüştür (Koloğlu 2006). Her ne nedenle olursa olsun 300 yıllık gecikme bilim ve teknolojiye kabul edilemez. Günümüzde ise bilim ve teknolojiye alınan yol çok daha kısa bir zaman diliminde kapatılması neredeyse olanaksız farklara neden oluyor. Evrim bilimi artık hızla teknolojiler üretmekte, yaşamımızın her alanına girmektedir. Bu sunumda artık evrim eğitiminde evrimin uygulamalarından yola çıkmamız gerektiğini, hatta bir evrim mühendisliği eğitimine doğru evrilmemiz gerektiğini anlatıyorum.

Evrım uygulamaları içşelleşmeli, hep uygulanmalıdır. Bu refah düzeyimizi arttıracak bir gelişme olacaktır. Bilimi ve teknolojiyi anlamak, hatta üretmek onu kullanmak ve içşelleştirmekle aynı değildir. Türkiye inşaat mühendisliği, şehir planlama gibi konularda çok acı örnekler sergilemektedir. Türkiye'de yetişen mühendisler dünya çapında yapı projelerinin sahipleridir. Buna rağmen depremlerde can kaybı, bina ve hatta yerleşke yıkımında Türkiye önde gelmektedir (US Geological Survey 2006, bkz Şekil 1). Evrimi bilmemek ve evrim uygulamalarını yapmamak sonucunda da karşılaşabileceğimiz ekonomik ve insan yaşamı kaybı çok büyük olabilir.

Neden evrim?

Fen ve biyoloji eğitiminin temel bir ögesi evrim eğitimidir. Bunun iki nedeni var. Öncelikle biyolojideki hiç bir şey evrim ışığı dışında anlamlı değildir (Dobzhansky 1973). Neden bal arısı onbinlerce bireyden oluşan kovanlarda yaşar, neden orkide arıları sadece bir kaç bireyin beraber bulunabileceği küçük yuvalarda yaşar gibi sorular ancak evrim yaklaşımı ile anlaşılabilir (Soucy ve ark. 2003). İkinci olarak da evrim yaşamın bir çok alanına uygulamaları ile girmiştir (Giray 1999). Evrimin en önemli mekanizması rastgele çeşitliliğin belirli koşullar sonucu elenmesi ile uyumlu birey ya da özelliklerin ortaya çıkmasıdır. Doğal seçilim sonucu oluşan bu birey ya da özellikler gerçek yaşamda canlıların karşılaştığı beslenme, korunma gibi sorunlara birer çok yönlü çözüm olarak görülebilir. Üstelik bu çözümler ortak kökenler yoluyla bağlantılıdır. Evrimsel çözümlerin analaşılması ve evrim yöntemi ile başka alanlardaki sorunlara çözüm arama hızla evrim bilimini bilinçli uygulanan stratejik bir bilim haline getirmiştir (Meagher 2007).

Ortak Köken: DNA mı proteinden, protein mi DNA'dan?

Moleküler evrimde ortak kökene dair sorular da önemli uygulamalara yol açmıştır. Örneğin şu biyolojinin ünlü yumurta mı tavuktan tavuk mu yumurtadan sorusu, 'eğer proteinler kalıtsal malzeme (DNA) sentezi için gerekli ve protein sentezi için de DNA gerekli ise bu mekanizma ilk nasıl ortaya çıktı?' sorusu çözülmüştür. Thomas R. Cech ribozim adını verdiği hem kalıtsal malzeme hem katalizör görevi yapan RNA moleküllerini doğada bulduğu için 1989 Nobel Kimya ödölünü kazanmıştır (Cech, 1989). Bu yeni bulunan moleküller laboratuvarında molekül evrimine de yol açtı. Önce RNA enzimler, ribozimler seçildi. Bunlar artık gen tedavisi için aday ilaçlar oluşturmuşlardır. Eskiden bir RNA dünyasının olduğunun tartışılması dışında bu buluş devam eden bir RNA dünyası olduğunun anlaşılmasını ve RNA teknolojileri gelişimini sağlamıştır (Gesteland ve ark. 2006).

Bir metafor olarak yapay seçilim

Evrimin mekanizmasına bir metafor olarak görülen yapay seçim Darwin'in evrim kuramını oluşturmaya da yardımcı olmuştur. Bu da kuram oluşturulmadan önce bile insanların evrimi günlük yaşama uyguladıklarını gösteriyor. Değişik güvercinlerin seçilmesi, et için sığırların seçilmesi hep Darwin'in '*Türlerin doğal seçim ile oluşumu ya da yaşam savaşımında yeğlenen ırkların korunması hakkında*' kitabında (Şekil 2) örnek olarak sunulmuştur (Darwin 1859, Hansen 1999). Farkında olmadan evrimi uygulamak aslında tarımsal iyileştirme çalışmalarından çok daha önce başlamıştır. Biz Anadolu'da tarımın başladığı (Diamond 2000), geliştiği topraklarda olduğumuz için örnek açısından şanslıyız. Kullandığımız buğday, inekler, koyun, çoban köpeği hep Anadolu'da evcilleştirilmiş, bu sırada da özellikleri değişen bu canlıların çoğu yaban türlerden farklı yeni türlere dönüşmüşlerdir.

Tavuklar, birleşin!

Tavuklarda yumurta verimi için seçim yapıldığında Legghorn tavuklarında günde bire varan yumurta veriminin ötesinde bir başarı yakın zamana kadar sağlanamamıştı. Oysa yakın zamanda evrim kuramında Darwin'den beri sorgulamalar ve izleyen deneyler sonucunda bireylerin nasıl birbiriyle yardımlaştığı konusundaki anlayışlar da uygulamaya dönüştürülmüştür. Buna bir örnek canlıların seçiminde ortaklaşmaya da pirim verilerek üretimin daha da arttırılabileceğidir (Craig ve Muir 1996). Bu da grup seçiminin tam anlaşılması ile olası bir uygulamadır.

Yok etmek mi yönetmek mi?

Zararlıların etkilerini kabul edilir düzeylerde tutmada *bütüncül zararlı yönetimi* (integrated pest management; Kogan 1998) elimizdeki en iyi çözümdür. Bunun dışında, tamamen zararlılardan kurtulmak amaçlı yöntemler zararlılarda hızla direnç evrimine yol açmıştır (Denholm ve ark. 2002). Bir özelliğin seçilimi yalnız çevre koşullarına göre olumlu ya da olumsuz olacaktır. Direnç evrimi ancak sürekli kimyasal savaşım uygulaması ile devam edecektir. Çünkü canlılar ortamlarına çok yönlü uyum göstermektedirler ve değişik özelliklere yaptıkları yatırım bu özelliklerin üreme ve hayatta kalma açısından önemi ile orantılı olacaktır. Bu nedenle çevreden böcek öldürücülerini olabildiğince uzaklaştıran bir yöntemle zararlıları daha uzun süre ve daha etkili yönetebiliriz. Dünya'da nüfus artışı ile gıda sağlamak giderek artan bir sorundur. Evrimi içselleştirmiş bir zararlı yönetimi çözümün parçası olabilir.

Dr. Darwin

Evrimin farkına varılması ve kuramlaştırmasının ardından bir çok alanda uygulanmaya, insanların bilgilenmesi ve eğitimi ölçüsünde başlanılmıştır (Bull ve Wichman 2001). İlk adı konulan evrim uygulaması tıpta olmuş ve görece yeni bir alan olarak Darwin Tıbbi ortaya çıkmıştır (William ve Nesse 1991) . Bu tıp dalı zaten uygulamakta olduğumuz evrimsel yaklaşımların dışında da her hastalık ve sağlık sorununun insanın ve hastalıkların köken ve evrimleşmesi göz önünde tutularak irdelenmesi sonucunu doğurmuştur. Darwin Tıbbi'nden önce de kolayca uygulama bulan evrimsel düşünceye dayalı uygulamalar örneğin bakterilerde antibiyotik direncinin yönetimi ve kanser tedavisinde bileşik kemoterapi ile kemoterapiye direncin azaltılmasıdır.

Darwin Tıbbi insanların evrimi ve şu anki yaşamları ile ilgili olarak bazı 'normal' hastalıkları daha iyi anlamamızı sağlamıştır. Darwin Tıbbi neden bazı bulaşıcı hastalıkların daha ağır etkili (virulent) olduğunu anlamamızı ve bu tür hastalıkları azaltma yönünde uygulamaları da bize göstermiştir. Darwin Tıbbi yeni bulaşıcı hastalıkları, virüs evrimini, AIDS'i daha iyi anlayıp hazırlıklı olmamızı, yanıtlar oluşturmamızı sağlamıştır. Türkiye'de Darwin Tıbbi henüz öğretilmemektedir. Darwin tıbbi kanser tedavisine de daha önce düşünmediğimiz yöntemler getirmiştir. Örneğin tümörü destekleyen dokuları hedefleyen kanser tedavileri dirence daha dayanıklı olacaktır (Şekil 3).

Evrin in silico

Teknoloji üretiminde ve yeni çok yönlü çözümler bulmada evrim ve doğal seçilimin önemi önce modelleme yolu ile bilgisayar alanı ile birleşmiştir. Ama bu modellerin asıl uygulaması yaşam sorunlarını çözen canlılar yerine mühendislik sorunlarına en uygun çözümleri bulan işlemler geliştirilmesinde kullanılmıştır. Bu alanın genel adı evrimsel programlama olarak biliniyor. Neyseki bu alan Türkiye’de de biyolojiden uzaklığı sayesinde bilgisayar ve mühendislik bölümlerine gelmiştir. Ama evrimsel biyologlardan uzak kalan bu alandaki araştırmacılarımızın diğer ülkelerdeki araştırmacıların yararlandığı ortaklıklardan, görüşlerden en azından gecikerek yararlanmaları durumu ortaya çıkmaktadır. Bu alanda bir örnek Türkiye’nin yıllık enerji gereksiniminin tahmininin evrimsel programlama ile çok daha iyi yapılmasıdır (Öztürk ve ark. 2005; bkz Şekil 4).

Ne yapmalı?

Ne yapabiliriz: Dünya’da da olduğu gibi evrimi stratejik bir bilim olarak görmeliyiz (Meagher 2007) ve ilk evrim mühendisliği bölümlerini kurmalıyız. Düşük yatırım isteyen, ama çok getirisi olan bu alanda insan ve diğer -kaynak geliştirmek amacımız olmalı. Planlama gerektiren her alanda evrim uygulamaları önemli yararlar sağlayabilir. Üst düzeyde böyle bir çağdaş uygarlık düzeyinin ilerisinde adım atmak hızlı bir hamle için gerekli. Bunun yanısıra unutmamalıyız ki her bina temelden başlar. Nasıl ki okuma-yazma 7 yaşında öğretiliyor, matematik ancak okul öncesi eğitim ve ilk öğretimin tamamında ve üniversite eğitiminin ilk yılında veriliyor, evrim de böyle öğretilmeli. Evrim konusu her bireye temel bir konu olarak okul öncesinde başlayıp, ilk öğretimde devamla ve üniversitenin matematik, kimya, fizik, biyoloji serisi içinde de öğretilmelidir. Yapay evrim ve din karşıtlığı yerine evrimin uygulamalı örnekleri, yararı temel alınarak bilim ve teknolojiye geri kalmanın önüne geçilmelidir.

Kaynakça:

- Bull, J.J., Wichman, H.A. 2001. Applied evolution. Annual Review of Ecology and Systematics. 32: 183-214.
- Darwin, C. 1859. Evolution of species by means of natural selection or, the preservation of the favoured races in the struggle for life. A facsimile of the 1st edition. 1981 Harvard University Press. 513 ss.
- Denholm, I., Devine, G.J., Williamson, MS. 2002. Insecticide resistance on the move. Science. 297: 2222-3.
- Dobzhansky, T. 1973. Nothing in biology makes sense except in the light of evolution. The American Biology Teacher. 35: 125-129.
- Futuyma, D.J. 1995. The uses of evolutionary biology. Science. 267:41-42.
- Futuyma, D.J., Meagher 2001. Evolution, science, and society: evolutionary biology and the national research agenda. American Naturalist
- Gesteland, R., Cech, T.R., Atkins, J.F. (editörler) 2006. The RNA world. 3rd Edition. CSHL Press. 768 ss.
- Giray, T. 1999. Yaşam ve evrim. TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi: 381: 98-102.
- Hansen, L.B. 2000. Consequences of selection for milk yield from a geneticist’s viewpoint. Journal of Dairy Science. 83: 1145-50.
- Kerbel, R.S. 1997. A cancer therapy resistant to resistance. Nature. 390: 335-336.
- Kogan, M. 1998. Integrated pest management: historical perspectives and contemporary developments. Annual Review of Entomology. 43: 243-73.
- Koloğlu, O. 2006. Osmanlı’dan 21. yüzyıla basın tarihi. Pozitif Yayınları. 197ss.
- Meagher 2007. Is evolutionary biology a strategic science? Evolution 61: 239-44.
- NSF 1998. Frontiers in population biology. ABD Ulusal Bilim Vakfı raporu.

- NSF 2005. Frontiers in evolutionary research. ABD Ulusal Bilim Vakfi raporu.
- Öztürk, H.K., Ceylan, H., Canyurt, O.E., Hepbaşlı, A. 2005. Electricity estimation using genetic algorithm approach: a case study of Turkey. *Energy*. 30: 1003-12.
- Soucy, S.L., Giray, T., Roubik, D.W. 2003. Solitary and group nesting in the orchid bee *Euglossa hyacinthina* (Hymenoptera, Apidae). *Insectes Sociaux*. 50: 248-255.
- Taylor, K.G. 2005. Directed molecular evolution: applications in biocatalysis. *Innovations in Pharmaceutical Technology* (2):42-46.
- Vasserot, A.P., Dickinson, C.D., Tang, Y., Huse, W.D., Manchester, K.S., Watkins, J.D. 2003. Optimization of protein therapeutics by directed evolution. *Drug Discovery Today* 8:118-26.
- U.S. Geological Survey 2006. <http://earthquake.usgs.gov/regional/world/historical.php>
- William, G.C., Nesse, R.M. 1991. The dawn of Darwinian medicine. *The Quarterly Review of Biology*. 66: 1-22.

Şekiller:

Şekil 1. Türkiye ve Japonya’da son yüz yılın ilk ve ikinci yarısında depremler ve depremlerde yaşam kaybı. Çubukların üzerinde önemli depremlerin sayısı belirtilmiştir.

Şekil 2. ABD’de yapay seçilim sonucunda Holstein ineğinin günlük süt veriminde 1964-1996 arasında yaklaşık üç kat artış olmuştur.

Şekil 3. Kanserde bileşik kemoterapi ve damar dokuya karşı tedavinin direnç gelişimi yönünden karşılaştırılması. Dirençli kanser hücreleri kemoterapide kayırlmış oluyor, oysa tumörü besleyen damar dokunun geriletilmesi dirençli kanser hücrelerinin artmasına yol açmıyor.

Şekil 4. Öztürk ve arkadaşları (2005) evrimsel programlamaya dayalı yöntemlerle Türkiye’nin bir yıl sonraki enerji gereksinimini kullanılan yöntemlerden daha iyi kestirebilmektedirler.

TÜRKİYE’DEKİ BİYOLOJİ EĞİTİMİNİN BİLİMSEL DÜŞÜNCENİN GELİŞMESİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Prof. Dr. Mustafa KURU, Başkent Üniversitesi-ANKARA

Eğitimin amacı, toplumun gelişmesine katkıda bulunabilecek bireyler yetiştirmektir.

Bu amaçla kazandırılacak davranışlar şunlardır:

- 1- Konu ile ilgili temel bilgileri kazandırmak ve yeni bilgileri edinme yöntemlerini, yani nasıl öğrenileceğini öğretmek.
- 2- Bilimsel düşünce, bağımsız düşünme ve eleştirebilme yeteneğini kazandırarak, karşılaşılan sorunlara bilimsel yöntemle yaklaşabilme becerilerine ulaştırmak.
- 3- Yeryüzünde yaşayan canlıların birbirleriyle ilişkilerini öğretmek.
- 4- Yeryüzünde yaşayan canlıların ve kendisinin biyolojik yapısını tanıtmak.
- 5- Edinilen bilgi ve becerileri günlük yaşamda kullanabilme becerilerini kazandırmak, yani biyoloji bilgilerini öğretmek yanında eğitmektir.
- 6- Araç-gereç kullanım yeteneğini geliştirmektir.
- 7- Grupla çalışabilme özelliğini kazandırmak ve sorumluluk duyan bireyler halinde yetiştirmektir.
- 8- Güven duygusunu kazandırmak ve tartışabilme yeteneğini geliştirmektir.

Bu amaçlardan burada, özellikle biyoloji eğitiminde çok önemli hedef olarak görülen, “Bilimsel Düşünce Yeteneğini Kazandırmak” konusu üzerinde durulacaktır.

Biyoloji eğitiminde belirtilen hedefe ulaşabilmek, ancak uygun fiziki mekanlarda, yaparak-yaşayarak yapılan ve ilköğretimin ilk yıllarında başlayan bir eğitimle mümkündür.

Burada çocukların bilimsel yöntemlerle tanıştırılması, bilimsel yöntemleri kavramalarının sağlanması, araştırma ve incelemeye yönlendirilmesi ve sonuçta da sorgulayan, sorgulatan, nedenini-niçinini yargılayan bir kuşak şeklinde yetişmesini sağlamak amaçlanmaktadır.

Bilindiği gibi çocuklar kendilerinde var olan bir içgüdü ile çevresindeki herşeye karşı ilgi duyar, onları sürekli inceler, sorular sorar ve böylece onları öğrenmeye çalışırlar. Bu davranış bir bilim adamının araştırma yaparken gösterdiği davranıştan farklı değildir. Çünkü hem çocuklar hem de bilim adamları öğrenmeyi inceleme ve araştırma ile sağlamaktadırlar.

Fen Bilgisi ya da Biyoloji dersinde bir çocuğun mikroskop altında birhücreli canlıları incelerken, bir terlikli hayvanı gördüğü zaman “buldum, buldum” diye öğretmenine koşması sırasında duyduğu heyecan, ünlü bilim adamı Archimedes’in hamamdan çırpıl çıplak “buldum, buldum” diyerek saraya koşması sırasındaki yaşadığı heyecandan daha az ve önemsiz değildir.

İşte çocuğun doğuştan getirdiği bu yetenekler, uyguladığımız eğitim ile köreltilmekte hatta yok edilmektedir. Ya (A) ya da (B), ya (Hep) ya da (Hiç), ya (Siyah) ya da (Beyaz) gibi kavramların öğretildiği ikili mantık ile, bunların ara seçeneklerinin de bulunduğu kavramlar, yani çocuğun yaratıcılık yeteneği kaybedilmektedir.

“Bizim çocuk çok akıllıdır, hep uslu uslu oturur ve hiç konuşmaz. Büyükleri ne derse aynısını yapar” mantığıyla, ya da “Bir çocuk ben basıl dünyaya geldim diye sorduğunda, seni leylekler getirdi” şeklinde verilen cevaplarla çocuğun doğuştan getirdiği yeteneklerin köreltilmemesi hatta yok edilmemesi mümkün değildir.

En iyi öğrendiğimiz şeyler, kendi kendimize öğrendiğimiz şeylerdir. Tıpkı bir çocuğun ya da bir bilim adamının kendi-kendine, yaparak-yaşayarak öğrendiği gibi. O zaman eğitimde, öğretim yöntemlerinin önemi çok büyüktür.

Yapılan araştırmalara göre, fen bilimlerinde; Eğer bir konu düz anlatımla anlatılırsa, % 15 öğrenme, gösteri deneyi yapılarak anlatılırsa % 35 öğrenme ve öğrenci deney yaparsa % 85 öğrenmenin olduğu saptanmıştır.

O zaman kendimize şöyle bir soruyu sormamız gerekir. Böyle bir eğitim veriyor muyuz? Daha da önemlisi Üniversiteler olarak böyle bir eğitimi verecek öğretmenleri yetiştiriyor muyuz?

Bilimsel düşüncenin geliştirilmesinde tam donanımlı, fiziksel koşulların sağlandığı sınıf ve laboratuvarların bulunması ve bunları gerçekleştirmek için ülkenin milli gelirinden araştırma-geliştirme faaliyetlerine yeterli bir payın da ayrılması çok önemlidir. Bu bakımdan Türkiye’nin diğer ülkeler arasındaki yeri de çok iç açıcı değildir. Örneğin, İkinci Dünya Savaşı’ndan sonra yaklaşık eşit konumda olan, Güney Kore’nin GSMH’den AR-GE faaliyetlerine ayırdığı pay %4,5 iken, Türkiye’nin ayırdığı bu pay % 0,64’tür.

Bilimin, bilimsel düşüncenin çok önemli olduğunu belirttik. Acaba bilim nedir.?

Bir çok sözlükte yapılan tanıma göre Bilim “Gözlem ve deneylere dayanarak, doğada meydana gelen olayların nasıl oluştuğunu açıklayabilmek için yapılan çalışmalardır”

Yani bilimde kanaat belirtmek yoktur. “Bana göre böyledir” demek söz konusu değildir. Ortaya atılan görüşler mutlaka bir gözleme ya da deneye dayanmalıdır.

Biyolojik anlamda ilk bilimsel çalışma M.Ö. 1550 yıllarında Papyrus tarafından yapılmıştır. Papyrus incelemelerini, bazı böceklerin gelişimlerini gözlemlere dayanarak gerçekleştirmiştir.

Bu dönemden sonra bilim ve özellikle Biyoloji Bilimi çok hızlı bir şekilde gelişmiştir. O halde bilimde gelişme ve dolayısıyla değişme, bilimin en temel özelliğidir. Nitekim Aristo düşüncesinden bugün Nanoteknolojiye ulaşılması bu gelişimin ve değişimin sonucudur.

Çalışmalarda araç-gereç kullanımı, daha önce yapılmış olan çalışma sonuçlarını bilimsel deneyler ve gözlemler yaparak çürütme, yani bilimsel otoriteye karşı çıkma ve Rönesans döneminde, 1517’de Avrupa’da dinde yapılan reform bilimin gelişmesini etkileyen en önemli etkenlerdendir.

Örneğin, mikroskobun keşfi ile birhücreli canlıları ve üreme hücrelerini inceleme mümkün olmuştur. Vesalius, Galen’in görüşlerinin yanlış olduğunu yaptığı deneylerin sonuçlarına dayanarak çürütmüş, böylece bilimsel otoriteye ilk kez karşı çıkmıştır. 1517’de dinde yapılan reform ile İncil Almanca’ya çevrilmiş ve halk dinini özgün kaynağından öğrenmiştir.

Bilimsel düşüncenin en kolay kazandırılabilceği bilim dalı Biyolojidir. Çünkü, fazla araç-gereç gerektirmeden örneğin, laboratuvarında bir fasulye tohumunun çimlendirilmesiyle, ya da doğada yapılacak bazı basit gözlemlerle bu amaca kolaylıkla ulaşılabilir.

Evrin dersinde ise;

1. Evrimsel değişim kuramı anlatılarak, öğrencilerin canlılığın nasıl ortaya çıktığını anlamaları sağlanır.
2. Dünyamızda çok sayıda canlının bulunduğu ve bunların birbirleriyle birleştirici bağlarla ilişkili oldukları ve ortak bir atadan geldikleri kavratılır.
3. Moleküler Genetik bilgilerinden yararlanılarak, genlerin dölden döle geçişi ve yaşamın genetik sürekliliği öğretilir.
4. Yapısal özelliklerin gerçekte Genetik karakterlere bağlı olarak ortaya çıktığı kavratılır.
5. Etoloji, Fizyoloji, Paleontoloji, Embriyoloji ve Karşılaştırmalı Anatomi ve Morfoloji gibi bilim dallarının evrimin anlaşılmasında gerekli olduğu anlatılır.

Böylece öğrencilere bilimsel düşünce kazandırılır.

Tüm bunlara rağmen, Ülkemizde ilk Biyoloji dersi 1912’de verilmiştir.

İlk bilimsel gezi 1928’de yapılmıştır.

Anadolu fauna ve flora çeşitliliği bakımından dünyada 8. sırada bulunmasına ve bir kıta özelliği taşımasına karşın, henüz bir Ulusal Tabiat Tarihi Müzemiz yoktur. Londra, Paris, Berlin, Moskova ve diğer birçok şehirde çok sayıda Tabiat Tarihi Müzelerinde Ülkemizden götürülen örnekler sergilenmektedir.

Tüm bunların nedeni, Medresede böyle bir bilimsel ortamın oluşmaması ve Osmanlı’nın katı kalıplar içerisinde kalmasıdır.

Osmanlı İş kanununda: Nev-zuhur ve Nev-icat zararlıdır denilmektedir. Matbaa bulunuşundan ancak 300 yıl sonra Osmanlı’ya girebilmiştir.

Fakat Cumhuriyetle birlikte çok hızlı bir gelişim ve dönüşüm sağlanmıştır. Çünkü Atatürk eğitime çok önem vermiştir. Verdiği bu önemi Sakarya Savaşı sırasında, top sesleri Ankara'dan duyulurken, cepheden gelerek Ankara'da toplanan öğretmen kurultayına katılarak göstermiştir.

1920'de 20 öğretmen okulu açmış ve en iyi eğitimecileri bu okullarda görevlendirmiştir.

Millet Mekteplerini kurmuş, bizzat kendisi kara tahta başında yeni Türk Alfabesinin halkımıza öğretilmesinde görev almıştır.

Tevhid-i Tedrisat Kanunu'nu çıkarmış ve bütün okulları Milli Eğitim Bakanlığı'nın çatısı altında toplamıştır.

Eğitimi demokratikleştirmiş ve laikleştirmiştir. Tebaa değil vatandaş yetiştirmiştir. Böylece Türk toplumunu ümmet olma konumundan, millet olma bilincine ulaştırmıştır.

Avrupa'dan ülkemize davet edilen bir çok bilim adamı ile, bilimsel çalışmalara başlanmıştır.

Cumhuriyetin ilk 50 yılında Türkiye Cumhuriyeti ideolojisiyle eğitim veren okullar açılmıştır. 1970'li yıllardan sonra bu tip okulların hemen hemen tümü kapatılmıştır.

Ulu Önder Atatürk'ün bilim konusuna verdiği önemi şu iki vecizesinden de anlamak mümkündür.

Ulu Önder Atatürk bu vecizelerinde şöyle diyor. “Benim manevi mirasım akıl ve bilimdir.”

“Hayatta en hakiki mürşit ilimdir, fendir. İlim ve fennin dışında mürşit aramak gaflettir, dalalettir hatta ihanettir”

KAYNAKLAR

Akyüz, Y., 2003: Eğitim Tarihimizde Günümüze kadar Öğretmen Yetiştirilmesi ve Sağlanması İlkeleri, Uygulamaları. Çağdaş Eğitim Sistemlerinde Öğretmen Yetiştirme Ulusal Sempozyumu Kitabı, 21-23 Mayıs 2003, Cumhuriyet Üniversitesi-Sivas. S.48-66.

Arsal, Z., 2004: Ülkemizi 21. Yüzyılda Hazırlayacak ve Kalkındıracak Öğretmen Tipinin Özellikleri. Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, A:7, S.99-116.

- Duman, T., 1991: Türkiye’de Orta Öğretime Öğretmen Yetiştirme Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları, Araştırma-İnceleme Dizisi: 20, 360 S. Milli Eğitim Basımevi-İstanbul.
- Kavcar, C., 2003: Alan Öğretmeni Yetiştirme. Çağdaş Eğitim Sistemlerinde Öğretmen Yetiştirme Ulusal Sempozyumu Kitabı, 21-23 Mayıs 2003, Cumhuriyet Üniversitesi-Sivas. S.81-97.
- Kuru, M., 2005: Eğitim Fakültelerinde Yeniden Yapılanmanın Getirdiği Sorunlar. Eğitim Fakültelerinde Yeniden Yapılandırmanın Sonuçları ve Öğretmen Yetiştirme Sempozyumu Kitabı, 21-24 Eylül 2005, Gazi Üniversitesi-Ankara. S.41-44.
- Nasuhoğlu, R., 1984: Fen (Fizik, Kimya, Biyoloji) Öğretiminde Durum Değerlendirmesi. Ortaöğretim Kurumlarında Fen Öğretimi VE Sorunları Türk Eğitim Derneği Bilimsel Toplantısı, 12-13 Haziran 1984, Ankara. S.3-21.
- Soylu, H., 2004: Fen Öğretiminde Yeni Yaklaşımlar. Nobel Yayın Dağıtım-Ankara. 218 S.

Biyoloji Eğitiminde “Evrim” Konusunun Öğretimi ve Lise Biyoloji Öğretmenlerinin Yeterlikleri

Sema S. ERGEZEN

Marmara Üniversitesi, Atatürk Eğitim Fakültesi

Bu bildiride sunulanlar “evrim öğretimi” için planlanmış bir araştırmanın sonuçları değildir. Sunulanlar onyediyıl içerisinde (1990-2007) öğretim yapmakta olduğum “Biyoloji Öğretmeni yetiştiren bir program” dahilinde öğretmekte olduğum derslere ön hazırlık veya ders sonu değerlendirilmesi amacı ile öğretmen adaylarına (1200) uyguladığım anketlere ve fakülte olarak ilişkide olduğumuz okullardaki biyoloji öğretmenleri ile yapmış olduğum görüşmelere dayanan tespitler, bunlarla ilgili görüş ve önerilerdir.

Biyoloji Öğretmenleri ve Öğretmen Adaylarının Evrim Öğretimi ile ilgili Görüşleri

Öğretmen adaylarının % 95i lise eğitimleri sırasında evrim konusunun hiç işlenmediğini, % 5 i çok yüzeysel işlendiğini bu nedenle öğrenemediklerini bildirmişlerdir. Alan öğretmenlerine bu durum sorulduğunda evrim konusunun M.E.B Biyoloji lise 3 ders programında son konu olduğu ve lise 3 öğrencilerinin üniversite giriş sınavlarına hazırlıkları dolayısı ile okulda olmadıkları sebebi ile konunun işlenmediğini söylemişlerdir. Benzeri bir sonuç bir diğer çalışmada da ortaya konulmuştur (Somel,2006). Ancak, daha detaylı görüşmelerimiz sonucu, edindiğimiz izlenimlere göre biyoloji öğretmenlerinin genellikle “evrim” konusunu işlememeyi tercih etme nedenlerini aşağıdaki gibi sıralayabiliriz.

- Öğretmenlerin evrim konusunu işleyebilecek alan bilgisine sahip olmamaları
- Öğretmenlerin meraklı öğrencilerin sorularını cevaplayamama endişesi
- “M.E.B. Lise Biyoloji Ders Programı”nın öğretmen için yeterli yol gösterici ve destekleyici olmaması
- Öğretmenin konuyu önemsememesi veya ilgi duymaması
- Öğretmenin çevreden (üst yönetim veya veliler tarafından) gelebilecek baskılara karşı kendini koruma içgüdüğü veya endişesi

1998 yılından itibaren Fen/Edebiyat Fakültesinde 3 yıllık Biyoloji eğitimini tamamlayarak Eğitim Fakültesine öğretmelik eğitimleri için gelen ve öğretmenlik uygulamalarını yapmakta olan öğretmen adaylarına “evrim” konusunda yeterli bilgiye sahip olup olmadıkları ve lisede bu konuda öğretim yapmaya kendilerini hazır hissedip etmedikleri sorulduğunda, % 95 i “evrim “ konusunu bilmediklerini (veya bu konunun kendilerine öğretilmediğini) ve lisede öğretmeye hazır olmadıklarını bildirmişlerdir. Bu öğretmen adaylarından % 5 i merak ettikleri için kendileri okuyarak öğrenmeye çalıştıklarını ancak lisede öğretebilecek bilgiye sahip olmadıklarını söylemişlerdir. Öğretim yapmakta olduğum “biyoloji eğitimi” programında 17 yıllık süreçte bir “evrim” dersi olmadığından, bu çok şaşırtıcı bir durum değildir. Ancak, 4 + 1 tezsiz yüksek lisans programına gelen fen/edebiyat fakültesi mezunlarının (bunlara başka üniversitelerin biyoloji mezunları da dahildir) durumları da çok farklı değildir. Bu şaşırtıcı bir sonuçtur, çünkü bizim bağlı olduğumuz fen/edebiyat fakültesi programında “evrim” dersi vardır.

Öğretmen adaylarının “biyoloji öğretimi” dersinde “öğretim” provalarını yaptıkları sırada, alan bilgilerinde “biyolojik evrimi” açıklamak için gerekli olan canlıları birleştirici alt kavramların (türlerin sayılarının artabilme potansiyelinin olması, mutasyon ve rekombinasyon ile yavru dölde genetik çeşitliliğin olabilmesi, yaşam için kaynakların sınırlılığı, yavru dölde daha başarılı yaşayıp üreyebilenin çevre tarafından seçilimi) ve bunlar arası etkileşimi değişik derslerde öğrenmemiş oldukları ortaya çıkmaktadır. Bu durum öğretmen adaylarının “evrim” derslerinde ve diğer ilgili derslerde (genetik,

moleküler biyoloji, ekoloji ve sistematik) biyolojik evrimi veya evrim teorisini açıklayabilecek bilgiyi edinemediklerini göstermektedir. Pek çoğu bilimi, ezberlemiş oldukları bilim adamının çalışma yöntemi basamakları olarak tanımlamaktadırlar. Bilimin doğasını anlamış değildirler.

Öğretmen adaylarına lise ve üniversite biyoloji derslerinde anlamakta ve öğrenmekte en zorlandıkları konular sorulduğunda çok azı “evrim” demiştir. Bu da aslında onların öğrendiklerinin evrimle hiç ilişkilendirilmediğini göstermektedir. Zaten bunun sıkıntısını daha sonraki öğretmenlik denemesi eylemlerinde sıklıkla da dile getirmektedirler.

Üniversite ve İlk-Ortaöğretimde Evrim Teorisi Öğretimi Nasıl Olmalı?

Evrım teorisi diğer teorileri (türlerin sabit olmaması, ortak ata, uzun zaman sürecinde dereceli oluş, türleşme ve doğal seçim) de bünyesinde toplayan bir çatı teoridir (Dagher, Z. ve Boujadoue, S., 2005). Sonuçta öğrencinin tüm bu teorileri anlayabilmesi ve öğrenerek çatıyı oluşturabilmesi için biyoloji eğitimi sürecinde pek çok derste, ilgili kavramların ispatlayıcı örneklerin desteği ile öğretilmesi gerekir. Böylesi bir öğretim programı ilk ve ortaöğretim süreci için de, üniversite biyoloji eğitimi süreci için de yapılmalıdır.

Üniversitede genellikle “kollektif” bir program yapılmaz her öğretim elemanı dersini bağımsız hazırlar. Halbuki çağımızda bilgi dünyası çok genişlemiş, disiplinler iç içe geçmiş hale gelmiştir. Evrim teorisi gibi bir çok alt kavramdan oluşan bir çatı kavramın öğretilmesi bir tek ders yerine dört yıllık eğitim süreci içinde diğer derslerde (genetik, moleküler biyoloji, ekoloji, yerbilim ve bilim tarihi) içselleştirilmiş alt kavramların birbirleri ile ilişkilendirilmesi ile daha etkin öğretilbilir.

İlk ve Ortaöğretim için durum daha farklıdır. Öğrencilerin bilimsel sorgulama yapabilme, araştırarak sonuca varabilme, olaylar arası ilişki kurabilme, açıklama yapabilme, delilleri tanımlayabilme, analiz edebilme, eleştirel düşünebilme, problem çözebilme yetenek ve becerileri yaşla gelişir. Bu nedenle evrim öğretiminde öğrencinin bu özellikleri göz önüne alınarak ders programları ve öğretim standartlarının hazırlanması gerekir.

Anlamli Öğrenme ve Kavramsal Bilgi Yapılanması

Genelde her düzeyde öğretenler öğrettiklerinin öğrenci tarafından anlaşıldığı ve öğrenildiği kanısındadırlar. Çoktan seçmeli veya kısa cevap soruları ile de öğrenip öğrenmediklerini değerlendiririz. Aslında değerlendirdiğimiz onların ne kadar anladığı veya öğrendiği değil edindikleri bilgidir. Bu bilgi anlamli öğrenilmiş olmayıp, ezberlenmiş bir bilgi de olabilir. Aktarılan gerçeklerin ezberlenmesi ile edinilmiş yüzeysel bilgi ile kişinin açıklamalar yapması, bir görüş geliştirmesi, uygulayarak problem çözmesi ve hatta empati yaparak karşı görüşü anlaması mümkün olamaz. Öğrenmenin gerçekleşebilmesi için, algılanan yeni bilginin öğrenenin kendi kavramsal bilgi çerçevesine yerleşmesi gerekir. Bunun için öğrenenin önceki bilgileri ve bilgi yapısı önemlidir. Öğreten tarafından bu var olan bilgi yapısının tanınması ve öğretilcek materyalin buna uygun düzenlenmesi gerekir. Beyinin yapısını ve işleyişini bilen biyologlar için bu anlaşılması daha kolay bir işlemdir, çünkü bir yerde yeni bilginin eski bilgi yapılanmasına yerleşmesi “dendritlik” bir olaydır.

Yapılandırmacı görüşle açıklandığında, anlamli öğrenme için temel mekanizma yeni kavramlar öğrenenin belleğindeki önceden var olan daha az kapsayıcı kavramları tanır ve onlarla bağlantı yaparak yeni bir yapılanma oluşur. Tabii bu yeni kavram bir “yanlış kavram” da olabilir. Öğrenilenlerin genişletilmesi ve detaylanması daha genel ve kapsayıcı kavramların tanıtılması ve bilginin yeniden yapılanması ile olur. Böylece hiyerarşik bilgi yapısı inşaa edilmiş olur (Novak., Gowin, 1984., Wandersee., Mintzes, ve Novak., 1994). Örneğin, evrim öğretiminde “doğal seçim” bir üst kavramdır ve onun öğrenilmesi için hazır bulunması gereken alt kavramlar “kalıtsal varyasyonlar, uyarılma (adaptasyon), üremede başarı, ve türleşme” gibi alt kavramların ve bunları da oluşturan alt kavramların daha önce öğrenilmesi gerekir. Görüldüğü gibi bu işlemler sırasında öğrenen aktif olarak öğrenmede yer alan kişidir. Öğretmen öğrenenin ön bilgi yapısını tanıyarak yeni bilgileri, kavramları ona değişik öğretim stratejileri ve yöntemleri ile sunan kişidir.

Durum nedir neler yapılmalıdır?

Anlaşıldığı gibi en azından evrim konusunda öğretmen adayları öğretmenlik yeterliklerinin başında gelen “ alan bilgisi” ne sahip değildirler. Bu durum doğrudan üniversitelerimiz biyoloji bölümlerini ilgilendiren bir meseledir. Ancak Öğretmen yetiştirme programlarının yeniden düzenlenerek tüm derslerde evrim bakış açısı ile öğretilmesi tartışılmalıdır.

Alanda hizmet veren öğretmenler için daha detaylı bir araştırma yapmadan yorum yapmama ihtiyatını elde tutarak, evrim konusunu öğretmekte zorlandıklarını söyleyebiliriz. Öğretmenler eğitimin merkezindedirler. Ancak, onlar eğitimde olması gereken reformlardan sorumlu tutulamadıkları gibi daha iyi öğretebilmeleri için öğretim ortamının, öğretim materyallerinin, organizasyonunun destekleyici olması gerekir. Bunlar eğitim politikaları, standartlar ve ders programları (müfredat) ile öğretmene hazır edilir. Böyle bir ortamda öğretmen diğer alan öğretmenleri ve öğrencilerle birlikte aktif olarak alan ve öğretim bilgisini arttırarak mesleğinde gelişir. Öğretmen teorik ve pratik alan(biyoloji) bilgisi ve öğretmenlik bilgilerine sahip olarak standartlarda resmedilmiş prensiplere uyarak öğretim programlarının yol göstericiliği ile öğretimini yapar. Öğretmenin alanında kendi inanışları ve yaklaşımları olsa da, etkinlikleri ve davranışları ile öğrencilere öğrenmelerinde rehber olacağından standartlara uygun anlayış ve yaklaşım geliştirmek ve öğretimlerini bunlara dayandırmak zorundadır. A.B.D. de ve bazı Avrupa Ülkelerinde Milli Eğitim Standartları (örneğin, A.B.D.“Milli Fen Eğitimi Standartları”) uzun vadeli bir vizyon ile bir milli hedefe ulaşmak amacı ile hazırlanır. Bu hazırlıklara öğretmenler, bilim insanları, alan eğitimcileri, programgeliştiriciler,mühendisler okul idarecileri, veliler bilim merkezleri, müzeler,botanik ve hayvanat bahçeleri, çeşitli meslek odası mensupları ve iş dünyasından kimseler katılır. (National Research Concil, 1996). Ülkemizde ise eğitim standartları ve eğitim programlarının hazırlanması tamamen Milli Eğitim Bakanlığı bünyesinde ve denetiminde olmaktadır.

1997 de hazırlanmış olan ve halen kullanılmakta olan M.E.B. lise biyoloji ders programları 2005-2006 öğretim yılında Liselerin 4 yıllık eğitime geçmesi ile dört yıllık sürece yayılarak yeniden kullanıma sunulmuştur. Evrim konusu artık son yılın son dersi olmadığından işlenmek zorunluluğu doğmuştur. Ancak, lise 2 programında konular, “bir bilim olarak biyoloji, ekoloji, canlılarda davranış, hayatın başlangıcı ile ilgili görüşler, üreme, gelişme ve büyüme” olarak çok da bağlantılı olmayacak şekilde sıralanmıştır. M.E.B tarafından hazırlanmakta olan yeni lise programları henüz kullanıma açılmadığından

bu konuda daha fazla bir yorum yapma imkanımız olamamıştır. Yeni programlar kullanıma sunulduğunda mutlaka uygulama ve değerlendirme araştırmaları yapmak, öneriler getirmek ve evrimi her konuda destekleyici kitap makale ve teknolojik eğitim materyallerini hazırlamak hepimizin hedefi olmalıdır.

Kaynaklar

Dagher, Z.R., ve Boujaoude,S., (2005). Students’ Perseptions of the Nature of Evolutionary Theory

Milli Eğitim Bakanlığı,Lise 1,2,3 Ders Öğretim Programı. (1998).

National Research Concil.,(1996). The National Science Education Standarts.

Washington D.C. National Academy Press.

Novak, J., ve GOWIN, D.B. (1984). Learning How to Learn. Cambridge Univ.Press

Wandersee, J.H., Mintzes, J.J, ve Novak, J.D. (1994) Research on alternative conception in science. In: Handbook of research on Science teaching, ed. Gabel, New York: Mcmillan, s.177 -210

Lisans ve Lisansüstü Öğretiminde Evrim Eğitimi Nasıl Olmalıdır?

Prof.Dr. Hasan H. BAŞIBÜYÜK

Cumhuriyet Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 58140-Sivas

1. Giriş

Bilim tarihinde Darwin (1859)'in evrim teorisi kadar kamuoyuna mal olmuş ve tartışılan başka bir teori yoktur. Tartışma bilim çevrelerinde değil, kamuoyundadır. Teoriye ilişkin bilim çevrelerindeki tartışma 1900'lerin ilk çeyreğinden hemen sonra Mendel genetiğinin yeniden keşfi, kalıtımın yasalarının ortaya konulması ve populasyon genetiği üzerine ampirik çalışmaların sonuçlarının ortaya çıkmasından sonra önemli ölçüde sona ermiştir. Bu dönem araştırmacıları populasyon genetiği, yeni sistematik bilimi ve evrimin teorisinin yeniden sentezi alanlarına önemli katkılarda bulunmuşlardır. Fisher (1918, 1922, 1930) doğal seçilim ile Mendel yasalarının uyumlu olduğunu gösterdi. Wright (1931) ve Haldane (1932) populasyon genetiği çalışmalarından hareketle *Mendel Populasyonlarının Evrimi* ve *Evrimin Nedenleri* üzerine eserler yayınladılar. Dobzhansky (1937) populasyon genetiği üzerine yaptığı deneysel çalışmalarını *Genetik ve Türlerin Kökeni* adlı eserinde topladı. Mendelizm ile Darwinizm arasındaki bu uzlaşmadan sonra "Modern Sentez" dönemine girildi. Bu dönemde evrim teorisinin genetik bilgiler ışığında yeniden yorumu yapıldı. Mayr ve Huxley gibi araştırmacıların modern sentez dönemine önemli katkıları oldu. Huxley (1942) *Evrim: Modern Sentez* adlı kitabında Fisher, Haldane, Wright ve Dobzhansky gibi bir çok araştırmacının kavramlarını evrimsel sorulara uygulayarak yaygınlaştırmalarını sağladı. Mayr (1942)'in yayınladığı *Sistematik ve Türlerin Kökeni* adlı, eser bir çok polemige bir cevap niteliği taşıması ve bütünlleştirici modern sentez teorisine katkısı bakımından oldukça önemlidir. Modern sentez döneminin tartışmalarının devam ettiği yıllarda Watson ve Crick (1953) genetik bilgiyi taşıyan DNA molekülünün yapısını ortaya koydular. Neo-Darwinizm veya Modern Sentez, Futuyama (1986) tarafından şöyle tanımlanmaktadır:

"The major tenets of the evolutionary synthesis, then, were that populations contain genetic variation that arises by random (ie. not adaptively directed) mutation and recombination; that populations evolve by changes in gene frequency brought about by random genetic drift, gene flow, and especially natural selection; that most adaptive genetic variants have individually slight phenotypic effects so that phenotypic changes are gradual (although some alleles with discrete effects may be advantageous, as in certain color polymorphisms); that diversification comes about by speciation, which normally entails the gradual evolution of reproductive isolation among populations; and that these processes, continued for sufficiently long, give rise to changes of such great magnitude as to warrant the designation of higher taxonomic levels (genera, families, and so forth)."

Bu yıllardan sonraki dönemler bağımsız veri kaynaklarından elde edilen bilgilerin artması ile, her geçen gün evrim teorisini daha da güçlendirmesi dönemi olmuştur. Bu dönemde evrim üzerine yazılmış önemli eserlerin listesi burada verilemeyecek kadar çoktur. Günümüzde gelineen noktada

evrim teorisi birçok bilim dalından elde edilen bilgilerden beslenmekle birlikte, moleküler biyoloji bu kaynakların en önemlisidir. Bu alanda üretilen veriler Kimura (1968)'nın Nötral Evrim teorisini formüle etmesini sağladı. 1960'lardan bu yana moleküler biyoloji alanında kaydedilen baş döndürücü gelişmeler büyük miktarlarda DNA ve protein dizi bilgisi edinmeyi olanaklı kılmıştır. Bu veriler evrimsel mekanizmaların daha iyi anlaşılmasına ve deneysel olarak gösterilmesine katkıda bulunmuştur. Moleküler biyoloji ve bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler bu hızla devam edecek olursa, çok yakın bir gelecekte bütün yaşam formlarının karşılaştırılabilir gen dizileri ve bu veriyi analiz edecek güçlü bilgisayarlar yardımıyla yaşam tarihini tam olarak ortaya koymak mümkün olacaktır. Bu gün bilim çevrelerinin gündeminde evrim teorisine ilişkin bir tartışma yoktur. Bu tartışma yaklaşık üç çeyrek asır önce sona ermiştir. Evrim teorisi konusunda kamuoyundaki tartışma ise bilimsel değil moral bir tartışmadır. Bazı küresel lobiler bu tartışmayı gündemde tutarak ekonomik ve siyasal rant sağlamaktadırlar. Esas olarak bu lobiler, özü itibarıyla yaratılış görüşü olan, ancak bilimsel yaradılışçılık, akıllı tasarım teorisi gibi adlarla anılan görüşlere, özellikle lise müfredatında, eşit ağırlık ve zaman verilmesi konusunda faaliyet yürütmektedirler.

Klasik evrim öğretimine ilişkin bilgilerimiz, bu dönemlerde yazılmış evrim kitaplarından gelmektedir. Bu kaynaklardan edinilen bilginin ışığında, evrim öğretiminin yukarıda çok kısa bir özeti sunulan evrim teorisinin gelişimine paralel bir gelişme göstermiş olduğu söylenebilir. Modern Sentez döneminden sonra yazılan kitaplarda, Canlılarda değişim; Canlıların yapısal, gelişimsel ve genetik yapıları; Yaşamın kökeni; Jeolojik zamanlar ve fosil kayıtlar; Adaptasyon; Doğal seçim ve Türleşme gibi konulara yer verilmektedir (Örneğin, Moody, 1953). Bu dönemlerde başlayan ve 1990'lara kadar devam yaygın eğilim ise aşağıdaki konuların öğretilmesi üzerinedir: Evrim teorisinin tarihçesi; Evrim üzerine tartışmalar ve kanıtlar; İnorganik evrim: Evrenin evrimi, Dünyanın evrimi; Organik evrim: Moleküller ve yaşamın kökeni; İlk hücrenin evrimi; Endosimbiyotik hipotez ve ekaryotların evrimi; Protozoa'dan Metazoa'ya evrim; Omurgalıların evrimi; Sudan karaya geçiş; Çiftyaşamlı; Sürüngen ve Kuşların Evrimi; Memelilerin Evrimi; İnsanın Evrimi; Evrimin mekanizmaları (mutasyon, doğal seçim, genetik sürüklenme) ve adaptasyon; Sınıflandırma ve Evrim; Filogeni ve Evrim; Türleşme ve yüksek taksonların evrimi (Örneğin, Ross, 1962; Strickberger, 1990; Skelton, 1993). Konu başlıklarından anlaşılacağı gibi, bu dönemde evrim teorisinin doğası ve evrime neden olan mekanizmaların ampirik olarak ortaya konulmasından çok daha ağırlıklı olarak, evrenin oluşumundan başlatıp günümüze kadar getirilen bir yaşam tarihi işlenmektedir.

Futuyama (1986) ile başlayan yeni eğilim ise evrim öğretiminin kapsamında daha çok evrimin doğası, evrimin moleküler temelleri ve mikroevrimin ampirik verilerle gösterilmesi, ekolojik,

biyocoğrafik ve filogenetik veriler ile makroevrimin (türleşme ve soyhatlarının oluşumu) ortaya konulması, ve evrimin günlük hayatta kullanımının gösterilmesi konuları yer almaktadır. 21. Yüzyılda yayınlanan hemen hemen tüm evrim kitaplarında bu eğilim baskın biçimde göze çarpmaktadır (Stearns & Hoekstra, 2000; Freeman & Herron, 2003; Ridley, 2003; Moya & Font, 2004; Futuyama, 2005). Bu eğilimi tanıtmak için Ridley (2003)'in Evrim kitabının içindekiler kısmı aşağıda sunulmuştur (Ek 1.)

2. Ülkemiz Lisans ve Lisansüstü Programlarında Evrim Eğitimi

2.1. Yöntem

Lisans ve lisansüstü eğitimde okutulan evrim dersleri ve içerikleri konusunda 49 Biyoloji sekiz Moleküler Biyoloji ve Genetik bölümü olmak üzere toplam 57 program incelenmiştir. Programlar konusunda veri toplamak amacı ile ilgili bölüm başkanlıklarına e-posta gönderilerek, programlarında evrim konularını işleyen dersler konusunda bilgi istenmiştir. Az sayıda bölümden geri bildirim alınması üzerine, her bir bölümün internet sayfasına tek tek girilerek lisans ve lisansüstü programları incelenmiş, ders içerikleri kontrol edilmiş ve evrim konularını kapsayan dersler saptanmaya çalışılmıştır. İnternet ortamında bilgi bulunmayan bölümler konusunda bilgiye ulaşmak için ise, eğer biliniyorsa, ilgili bölümde dersi veren öğretim üyesine olanaklar ölçüsünde ulaşmaya çalışılmıştır. Yukarıda sözü edilen yollarla çoğu program konusunda bilgi edinmek mümkün olmuş, ancak özellikle lisansüstü programlarda, evrime ilişkin okutulan dersler konusunda birçok bilgi eksik kalmıştır. Ders içeriklerinin değerlendirilmesi, işlenen konu başlıkları ve izlenen kaynaklar göz önünde tutularak yapılmıştır.

2.2. Bulgular

Lisans programında okutulan evrim veya benzeri dersler konusundaki bazı bilgiler Tablo 1 ve 3'de sunulmuştur. Bu tablolarda da görüldüğü gibi, incelenen Biyoloji programlarından beş tanesinde evrim veya eşdeğer bir ders bulunmamaktadır. Altı programda seçmeli ders olarak yer almakta, 38 programda ise zorunlu ders olarak bulunmaktadır (Tablo 2). Evrim dersi bulunan programlarda, ders genellikle 4. sınıfta tek dönem olarak okutulmakta olup, 21 programda haftada üç saat, 23 programda ise haftada iki saattir (Tablo 1 ve 2). Evrim dersi yanında lisans programlarında seçmeli olarak Moleküler Evrim dersi bulunan üç program, Bitki Filogenisi dersi bulunan bir program ve Paleobotanik dersi bulunan bir program vardır (Tablo 1).

Ülkemizde bulunan sekiz Moleküler Biyoloji ve Genetik programından dördünde evrim ya da eşdeğer içerikli bir ders bulunmamaktadır (Tablo 3) Edinilen bilgiye göre, evrim dersi bulunmayan Bilkent Üniversitesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümünde hemen her derste bir dönemde üç saat olmak üzere evrim konusu işlenmektedir. Boğaziçi Üniversitesinde öğrencilerin başka programlarda okutulan evrime ilişkin dersleri alması özendirilmektedir. Sabancı Üniversitesinde ise birkaç hafta evrim konularına yer verildiği öğrenilmiştir. İstanbul Teknik Üniversitesi programında ise Sistematiği Biyoloji adlı derste evrim konularının geniş bir biçimde işlendiği bildirilmiştir. Dersin bulunduğu programlarda ders içerikleri genellikle moleküler evrim konuları başta olmak üzere, evrimsel mekanizmalar, amino asit ve DNA dizilerinin değişimi ve evrimi, mutasyonlar ve evrim, filogeni ve evrim gibi konularda yoğunlaşmaktadır.

Biyoloji Bölümleri 20 Lisansüstü programında evrimsel konuları ele alan dersler bulunmakta olup, 15 programda ders bulunmamaktadır. İncelenen programların 14'ü konusunda ise bilgi edinilememiştir (Tablo 4 ve 5). Moleküler Biyoloji ve Genetik bölümlerinin ise sadece iki lisansüstü programda evrim içerikli dersler okutulmaktadır (Tablo 6).

Lisans programlarında okutulan evrim dersleri içerikleri bakımından da incelenmiştir. Atatürk, Celal Bayar, Dumlupınar, İzmir İleri Teknoloji, Niğde, Selçuk; Süleyman Demirel ve Karaelmas üniversitelerinin Biyoloji Bölümlerinde okutulan evrim derslerinin içerikleri konusunda bilgi edinilememiştir. İçerik bilgisine ulaşılan programlarda evrim dersi (i) Evrim karşıtı içerik; (ii) Dar kapsamlı ve güncel olmayan içerik; (iii) Yaşam tarihini kapsayan klasik içerik; (iv) Güncel içerik olmak üzere başlıca dört kategoriye ayrılabilir. Bu sınıflandırma doğası gereği subjektif olup, bazı eksiklerin bulunması ve hataların yapılmış olması kaçınılmazdır. Ancak, aşağıda her bir kategoriye verilen örnekler yazarın hangi ölçütleri kullanarak bir sınıflandırma yaptığının anlaşılması konusunda fikir verecektir.

İlk kategoriye örnek olarak Gaziosmanpaşa Üniversitesi Biyoloji Bölümü programında seçmeli olarak yer alan evrim dersinin içeriği aşağıda sunulmuştur.

“BİO 320 EVOLUSYON 3 0 3 (SEÇMELİ)

Evrım Terminolojisi, Evrenin Yaratılışı, Hayatın Kökeni, Jeolojik ve Arkeolojik Yaş Tayin Metodları ve Kritiği, Jeolojik Zamanlar, Evrim ve Yaratılış Görüşlerinin Tarihi Gelişimi, Darwinizm ve Kritiği, Evrime Gösterilen Deliller ve Kritiği, Mutasyonlar ve Kritiği, Mikroevolusyon ve Yeni Türlerin Teşekkülü, İnsanın Menşei, Yaratılış Modeli ile Evrim Görüşünün Karşılaştırılması.

Verebilecek öğretim Üyeleri: (.....)

Faydalanabilecekleri Kaynaklar:

1. Demirsoy, A., 1991. Kalıtım ve Evrim, Meteksan A.Ş., Ankara.
2. Tatlı, A., 2002. Yaratılış ve Evrim, Dumlupınar Üni. Fen-Ede. Fak. Kütahya”
Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Biyoloji Bölümü Web sayfası (Mart, 2007)

Aynı ağırlıkta olmasa da, Sütçüimam ve Muğla Üniversitesi Biyoloji programlarında evrim eleştirisi önemli yer tutmaktadır. Harran Üniversitesi Biyoloji programlarında da ‘evrime bilimsel itirazlar’ konusu bulunmaktadır.

Aşağıda sözü diğer kategoriler evrim teorisi ve kavramlarını bilimsel bir gözle değerlendirmektedirler. İkinci kategoride tanımlanan programlarda kapsam dar olup, ağırlıklı olarak Modern Sentez döneminin konuları işlenmektedir. Bozok, Çukurova, Ege, Erciyes, Fırat, Gazi, Gaziantep, Harran, Kafkas, Kırıkkale, Marmara, Muğla ve Sütçüimam Üniversiteleri programları bu kategoride değerlendirilebilir. Bu kategoriye örnek olarak Çukurova Üniversitesi, Biyoloji Bölümünde okutulan evrim dersi içeriği verilmiştir:

“BL 415 Evrim (2+0+0) 2 (Zorunlu)

Evrimin tanımı; Dünyanın yaşı ve hayatın kökeni; Evrim ve adaptasyon; Evrimin delilleri; Karşılaştırmalı morfolojiden deliller; Karşılaştırmalı anatomiden deliller; Embriyolojiden deliller; Seroloji ve biyokimyadan deliller; Paleontolojiden deliller; Fizyolojiden deliller; Sitolojiden deliller; Genetikten deliller; Paleontolojik delillere dayanılarak atın ve insanın evriminin açıklanması; İnsan ırkları”
Çukurova Üniversitesi, Biyoloji Bölümü Web sayfası (Mart, 2007)

Ankara, Balıkesir, Dicle, İstanbul, Kocatepe, Mustafa Kemal, Onsekizmart üniversitelerimiz yaşam tarihi ağırlıklı, klasik evrim öğretimini kapsayan içerik kategorisinde sınıflandırılmıştır. Bu kategoriye örnek olarak İstanbul Üniversitesi, Biyoloji programında okutulan Evolüsyon dersinin içeriği aşağıda sunulmuştur:

“Evolüsyon (202), Zorunlu, IV Yıl; VIII Yarıyıl

Evrim nedir? Evrimin meydana gelmesinde rolü olan faktörler; Ortam koşullarının değişmesi; Eşeyli çoğalma; Bireysel değişiklikler (Varyasyon); Fenotipik değişiklik (Modifikasyon); Genotipik değişiklik (Mutasyon); Seleksiyon; Adaptasyon; Canlıların ayrı kalmasına yol açan olaylar (izolasyon mekanizmaları); Evrim teorileri; Evrimin kanıtları; Canlıların evrimi; Evrenin oluşumu; Yerin oluşumu; İnorganik evrim; Organik evrim; Moleküler evrim; Hücresel evrim; Bitkilerin evrimi; Omurgasızların evrimi; Sudan karaya geçiş; Omurgalıların evrimi; Sıcak kanlılık; İnsanın evrimi; Evrim teorisine karşı görüşler
İzlenilen temel kaynaklar:

1. Zubay, G. 1996. Origins of Life on the Earth and in the Cosmos. Academic Press, San Diego.
2. Campbell, N. A., Mitchell, L.G. & Reece, J. B. 2002. Biology: Concepts and Connections, Addison Wesley Longman, Inc.
3. Stearns S.C. & Hoekstra, R.F. 2005. Evolution: An Introduction, Oxford University Press”
Bu bilgi ders sorumlusu Prof. Dr. Yavuz Çotuk tarafından sağlanmıştır.

Son kategoride ise yeni yaklaşım ve bilgileri programlarına almaya çaba gösteren bölümleri görmekteyiz. Abant İzzet Baysal, Adnan Menderes, Akdeniz, Anadolu, Cumhuriyet, Hacettepe, İnönü, Kocaeli, Mersin, Ondokuzmayıs, Osmangazi, ODTU, Pamukkale, Trakya ve Uludağ üniversiteleri, programlarında kısmen de olsa aşağıdaki konuları kapsayan bir ders içeriği bulunmaktadır. Evrim teorisinin kabulleri; Bu kabullerin ampirik olarak ispatı, Evrimden sorumlu süreçlerin (mutasyon,

genetik sürüklenme, doğal seçim ve göç) ayrı ayrı ampirik olarak ortaya konulması, türleşme ve tür üstü kategorilerin evrimleşme mekanizma ve süreçlerinin irdelenmesi, evrimsel tarihin yeniden yapılandırılması, günlük hayatta evrimsel biyolojinin kullanımı, moleküler ve organik evrim ile insanın evrimine ilişkin konular işlenmektedir. Bu kategoriye örnek olarak İnönü Üniversitesi, Biyoloji Bölümü programı aşağıda sunulmuştur:

EVRİM (303), ZORUNLU, IV. Yıl, VIII Yarıyıl

Moleküler Evrim: RNA dünyası ve biyomoleküllerin oluşumundan ökaryotik evrime kadar yaşanan süreç; Evrimsel kavramların tanıtılmasında güncel bir örnek: HIV ve kökeni; Evrime kanıtlar; Darwinist doğal seçim; Varyasyon ve moleküler kaynakları: evrim için önemli olan mutasyonlar; Evrimsel mekanizma olarak doğal seçim, mutasyon, genetik sürüklenme ve göçün değiştirici etkisinin ampirik olarak gösterilmesi; Adaptasyon kavramı ve adaptasyonun analizinde gözlemsel, deneysel ve karşılaştırmalı çalışmalar; Eşeyssel seçim; Tür kavramları ve türleşme modelleri; Evrimsel tarihin yeniden yapılandırılmasının teori ve pratiği; Kambriyen patlaması ve sonrası; İnsanın evrimi.

İzlenilen temel kaynaklar:

1. Çıplak vd.(Çeviri ed.). 2002. Evrimsel Analiz, Palme Yayıncılık, Ankara
 2. İnternet Kaynakları.
 3. Madigan, M. & Martinko J. 2005. Brock Biology of Microorganisms, Pearson Education.
- Bu bilgiler ders sorumlusu Prof. Dr. Murat Özmen tarafından sağlanmıştır.*

Moleküler Biyoloji ve Genetik programlarında bulunan evrim derslerinde ise ağırlıklı olarak moleküler evrim konuları olan genomun yapısı, evrimin moleküler temelleri, amino asit ve DNA dizisinde evrimsel değişimler ve moleküler filogeni gibi konular işlenmektedir.

Lisansüstü programlarda bulunan evrim konulu dersler spesifik içeriklere sahiptirler. Her birini burada değerlendirmek olanağı yoktur. Genel bir değerlendirme yapılacak olursa, bir çoğunun güncel bir içeriğe sahip olduğu söylenebilir.

3. Evrim Eğitimi Nasıl Olmalıdır?

İyi bir evrim öğreniminin verilebilmesinin birinci koşulu, öğreticilerin ders kapsamını iyi planlamış olmasına ve evrimi nasıl öğretecekleri konusunda sistematik bir yaklaşım geliştirmiş olmalarına bağlıdır. Eğitim Bilimlerinde uzman olmayan bu makalenin yazarı, aşağıdaki önerileri büyük ölçüde

yararlandığı ve düşüncesine paralellik taşıyan Berkeley Üniversitesinin konu ile ilgili bir WEB sayfası (Understanding Evolution-Mart 2007 [<http://evolution.berkeley.edu/evosite/evohome.html>]) ile lisansüstü ve lisans öğretiminde Evrim dersleri veren bir öğretim üyesi olarak edindiği deneyimlerin ışığında yapmaktadır. Bu anlamda evrim öğretimi (i) evrimi öğrenme ve kapsam belirleme, (ii) öğretim stratejilerinin geliştirilmesi şeklinde iki aşamalı bir süreçtir (Understanding Evolution-Mart 2007).

Güncel evrim öğretiminin kapsamı ana hatları ile aşağıdaki konulardan oluşmaktadır:

- Bilim ve Bilimin Doğası: Bilim ve bilimsel metodun nasıl çalıştığının kavratılması
- Evrim: Biyolojik evrimin temel kavramlarının, evrim teorisinin kabullerinin, bu kabulleri doğrulayan kanıtların, evrimden sorumlu mekanizma ve süreçlerin, türleşme ve türüstü kategorilerin evriminin öğretilmesi
- Kanıtlar: Bağımsız veri kaynaklarından elde edilen evrime ilişkin kanıtların ayrıntılı bir şekilde öğretilmesi
- Evrimin Kullanımı: Evrimin günlük yaşamdaki öneminin kavratılması
- Yanlış İnanışlar: Kamuoyunda evrimin yanlış anlaşılmasını sağlayan yanlış görüş ve yaklaşımların irdelenmesi
- Evrimsel Düşüncenin Tarihi: Evrimsel düşüncenin tarihsel gelişiminin irdelenmesi

Evrimi öğretmek ise şu stratejilerden yararlanılabilir:

- Evrimi Öğretmek: Evrimi öğretmek için evrimin temel kavram ve yaklaşımına odaklanmalı ve iyi bir ders planı yapılmalıdır
- Engellerin Üstesinden Gelmek: Öğretim sürecinde karşılaşılabilecek potansiyel engeller ve bunların aşılması için stratejiler tanımlanmalıdır
- Potansiyel Tuzaklar: Yaygın yanlış anlamaları gidermek için stratejiler tanımlanmalıdır
- Evrimi Anlamak İçin Yönlendirme: Evrime ilişkin güncel bilgi ve materyalden öğrencilerin haberdar edilmesi ve bu bilgiye ulaşma yolları öğretilmelidir

3.1. Evrim Öğretiminde Kapsam

Bilimin Doğası

Öğrencilere evrim öğretiminin başında bilimin tanımı, bilim felsefesi, bilimsel mantık, bilimsel bilginin üretim süreçleri, bilimsel metot, bilimsel teorilerin oluşum süreçleri, teori ve hipotez arasındaki farklar, biyolojik bilimlerde teoriler, diğer bilim dallarında teorilere örnekler gibi konular anlatılmalıdır. Bilimsel teorilerin (i) bir fenomenin (görüngü) ortaya konulması, (ii) bu fenomenin açığa çıkması ve işlemlerinden sorumlu süreçlerin saptanması ve açıklanması şeklinde iki temel görev üstlendiği kavratılmalıdır. Bilimin metodolojisi olan ve belli prensipler altında doğayı derinlemesine anlama süreci olduğu ve kanıtlar ışığında çalıştığı kavratılmalıdır. Bu anlamda birimsel bir teori olan evrim teorisinin (i) türlerin ortak bir atadan köken aldıkları ve zaman içinde değiştikleri saptamasını yaptığı, (ii) bu ortak ata ilişkisi ve değişimden sorumlu mekanizma ve süreçlerin neler olduklarını ortaya koyduğuna dikkat çekilmelidir.

Evrimin Konuları

Evrim öğretimi temel olarak yukarıda sözü edilen evrim teorisinin canlılığa ilişkin saptadığı fenomenleri ve bu fenomenlerden sorumlu süreçleri açıklayan bir içeriğe sahip olmalıdır. Evrim öğretimi şu temel konuları içermelidir:

- Tanım: Evrim ve evrim teorisinin ne olduğu tanımlanmalıdır.
- Örüntü: Canlılığa ilişkin gözlenen örüntü bütünü tanıtılmalıdır (“Canlılar ortak bir atadan köken alır ve zaman içinde değişir”). Bu örüntü bütünü bağımsız veri setlerinden elde edilen kanıtlarla desteklenmelidir.
- Mekanizmalar (süreçler): Evrimden sorumlu mekanizma ve süreçler tanıtılmalıdır (Mutasyon, Rekombinasyon, Doğal Seçilim, Genetik Sürüklenme, Göç; Adaptasyon ve Adaptasyonun Doğası).
- Mikroevrim: Bir nesilden diğerine alel veya özellik frekansında değişmeye neden olan mekanizmalar ve sonuçları matematiksel ve ampirik olarak gösterilmelidir.
- Türleşme: Tür ve türün doğası, tür kavramları ve uygulamaları; yeni bir türün nasıl açığa çıktığı, türleşme mekanizmaları ve türleşme modelleri tanıtılmalı ve ampirik örneklerle desteklenmelidir.
- Makroevrim: Evrimin tür ve türüstü kategorilerde nasıl çalıştığı tanıtılmalıdır.

- Güncel konular: Günümüzde evrime ilişkin ilginç sorular ve araştırma alanları tanıtılmalıdır

Kanıtlar

Evrin teorisinin ileri sürdüğü ‘canlılar ortak bir kökene sahiptirler ve zaman içinde değişirler’

önergelerini sınayan ve doğrulayan birçok bağımsız veri seti vardır. Bunlar aşağıdaki beş başlık altında toplanabilir.

- Fosil Kanıtlar: Yokoluş gerçeğinin ortaya konulması; eski taksonlar ile bunların ardılları olan günümüz taksonları arasındaki süreçte geçen evrimsel değişmelerin ortaya konulması; geçiş formlarının tanıtılması ve büyük evrimsel sıçramaların anlaşılmasına yardımcı olan örneklerin öğretilmesi konularını kapsmalıdır.
- Homoloji: Çok sayıda morfolojik, anatomik, gelişimsel ve hücresel/moleküler homoloji örnekleri tanıtılarak, ‘ortak ata ve değişme’ olgusu kavratılabilir.
- Zaman ve mekanda yayılış: Canlıların ortaya çıkma kronolojileri ve yayılışlarının tanıtıldığı bilgileri kapsmalıdır. Böylece, canlıların bir kez ve aynı anda “yaratılmadıkları” kavratılmalıdır.
- Doğrudan gözlem: Yapay seçim, ekolojik çevrenin değiştirici gücüne (doğal seçim) örnekler, evrimsel mekanizmaların işleyişine ilişkin ampirik çalışmalar veya deney örnekleri verilerek, doğal seçim, genetik sürüklenme ve göçün bir nesilden diğerine alel veya özellik frekansını değiştirici etkisi kavratılmalıdır.
- Canlılar tarihi: Canlılar arasındaki akrabalık ilişkisi ve filogeni örnekleri tartışılmalıdır.

Evrinin Günlük Yaşamda Yeri

Evrin düşüncesinin insan yaşamının kalitesini nasıl arttırdığı, tıpta, tarım ve hayvancılıkta, koruma biyolojisinde nasıl kullanıldığı örneklerle tanıtılmalıdır.

Yanlış Anlamalar

Evrimin nasıl çalıştığı, yaşamın kökeni, değişimin doğası, evrimde rastlantı ve zorunluluk, “bilinçli” adaptasyon, “ihtiyaca göre evrim” konularında yaygın yanlış anlamalar düzeltilmelidir. Evrimin sadece bir “teori” olduğu, evrim teorisinin “krizde olduğu”, “biyologların evrimi reddettiği”, evrim teorisinin “eksik ve yanlış bir teori” olduğu iddialarını cevaplayan bilgiler sunulmalıdır. Evrimin bir inanç olmadığı, her hangi bir bilimsel teorinin bütün şartlarını taşıdığı ve kanıtlar temelinde çalıştığı kavratılmalıdır.

Evrimsel Düşüncenin Tarihi

Evrimsel düşüncenin nasıl şekillendiği, 1800’ler öncesi durum, 1800-1900 arası dönemde karşılaştırmalı morfoloji ve anatomi; embriyoloji; fosil kayıtlar; biyocoğrafya ve kalıtım konusunda elde edilen bilgiler, 1900-günümüz arasında biyoloji alanında meydana gelen baş döndürücü keşif ve gelişmeler ışığında gözden geçirilmelidir. Günümüzde evrimsel biyolojinin geldiği nokta ve evrimin hızı, soy hatları arasında çeşitlenmenin doğası ve hızı, karmaşıklığın (complexity) doğası, yokoluşlar gibi sorunlar ile uğraştığı tanıtılmalıdır.

3.2. Evrim Öğretiminde Stratejiler

Evrimi Öğretmek

Evrimsel öğretiminde varyasyon; varyasyonun kaynağı olan mutasyon; genetik özelliklerin bir nesilden diğerine aktarılması olan kalıtım; bir nesilden diğerine alel frekansında değişim olan mikroevrim; bu değişimi sağlayan evrimsel mekanizmaları olan doğal seçim, genetik sürüklenme, göç ve mutasyon; doğal seçilime cevap olan adaptasyon ayrıntılı bir biçimde tanıtılmalıdır. Evrim teorisinin varsayımları bağımsız veri kaynaklarından (jeoloji, biyocoğrafya, filogeni, moleküler biyoloji v.b.) elde edilen

kanıtlar ışığında tartışılmalıdır. Populasyonlar yada soy hatları arasında farklılaşma olan makroevrim; yaşam tarihine zaman perspektifi ile bakmaya yarayan filogeni konular tartışılmalıdır. Bunun yanında, bilimin doğası; evrim düşüncesinin ortaya çıkışı ve gelişimi; evrim teorisine eleştirilerin (bilimsel olmayan ancak öğrencinin öğrenme sürecini etkileyecek ve ön yargılar oluşturmaya neden olabilecek yanlış anlamaların giderilebilmesi için) cevaplandırılması konuları da evrim öğretiminde mutlaka değinilmesi gerekli konular arasında sayılabilir. Bu temel evrim konularının öğretilmesi için öğretim üyesi, ders anlatımı dışında aşağıdaki önerileri, anlamayı ve kavramayı güçlendirici faaliyetler olarak planlanabilir:

- Konulara ilişkin güncel makalelerin öğrenciler tarafından okunmasının sağlanması ve sınıf ortamında tartışılması
- Öğrencileri bir konuda literatür araştırması yapmaya ve bu literatürü okumaya zorlayan ödevlerin verilmesi; hazırlanan ödevlerin sınıf ortamında tartışılması
- Öğrencilerin belli konu ve kavramları daha iyi anlamalarını sağlamak için sınıf ortamında basit gözlem veya deneylerin yapılması [Örneğin, genetik sürüklenme kavramının anlatılması sırasında bir torbaya konulan iki farklı renkten oluşan belli sayıdaki boncuktan (gametleri temsil ederler) oluşturulan gen havuzu ile zigotların rastgele oluşturulması ve birinci nesilde alel frekansındaki değişimin gözlenmesi gibi]
- Öğreticinin ders anlatımında olabildiğince görsel materyal kullanması
- Öğreticinin anlattığı konu ve kavramları ampirik örneklerle desteklemesi

Engellerin Üstesinden Gelmek

Evrim öğretimi bilim öğretiminin önemli bir parçası olup, evrim öğretilmeden yaşam bilimlerini öğretmek olası değildir. Evrim teorisi her hangi bir diğer bilimsel teori gibi, bilimsel metot altında ve bilimsel kanıtlar ışığında işleyen bir teori olmasına ve bilimsel ölçütler bakımından oldukça iyi bir desteğe sahip olmasına rağmen, özellikle belli çevrelerin bilimsel olmayan, yanlış ve asılsız iddiaları ve saldırılarına hedef olmaktadır. Bu durum, öğrencilerde belli ön yargılar ve yanlış inanışların oluşmasına yol açmaktadır. Bilimsel bir teorinin alternatifinin ancak başka bir bilimsel teori olacağı, yaratılış

düşüncesinin bilimsel bir görüş olmadığı, evrimsel biyolojinin geçerli bir bilim olduğu, evrim teorisine itirazların moral kaygılardan ötürü biliçli bir kampanyanın ürünü olduğu öğrencilere anlatılmalıdır.

Öğrencilerde gözlenen ön yargılar ve yanlış inanışlar tanımlanmalı ve bunların düzeltilmesi için stratejiler geliştirilmelidir. Engellerin üstesinden gelmek için dört genel stratejiden söz edilebilir:

- Evrim konusunda bilgi birikiminizi ve altyapınızı güncelleyin
- Ders repertuarınıza öğrencilerinizin düşünmesini ve yorumlamasını sağlayan konular ekleyin
- Yaygın potansiyel tuzakları tanımlayın; doğru terminoloji kullanın ve doğru ders içeri planlayın
- Evrim konusunda sık sorulan sorulara doğru ve doyurucu yanıtlar bulun

Potansiyel Tuzaklar

Öğrencilerde kafa karışıklığına yol açabilecek potansiyel tuzaklardan kaçınmak için aşağıda belirtilen alanlarda kesin ve açık olunmalıdır.

- Doğru terminoloji kullanmaya dikkat edilmelidir. Kafa karışıklığına yol açabilecek bazı yaygın hatalar aşağıdaki kelime çiftlerinin kullanımında gözlenir. İlkel-gelişmiş, teori-hipotez, inanmak-kabul etmek, kanıtlamak-ispatlamak, işlev-amaç. Örneğin, göz görme işlevi görür ancak görmek amacı ile tasarlanmamıştır.
- Kafa karıştıran terim ve deyimlerden bazıları şunlardır: Uyum (evrimsel uyum tasarlanmaz, doğal seçilime bir cevap olarak açığa çıkar), evrimde rastlantı, basit-kompleks, evrim-gelişim, ortak atakraba.
- Yanlış anlaşılan bazı alanlar: ilerletici evrim düşüncesi, güçlü olanın hayatta kalması, jeolojik zaman ölçeğinde yaşam tarihinin merdiven modeli ile gösterilmesi, Kambriyen patlamasının çeşitlenmenin birden bire açığa çıktığı şeklinde anlaşılması, yüksek taksonların (örneğin; kuşlar, memeliler v.b.) evrimsel sıçrama şeklinde açığa çıktığı görüşü ve geçiş formları.

Evrimi Anlamak İçin Yönlendirme

Evrime ilişkin güncel bilgi ve materyalden öğrencilerin haberdar edilmesi ve bu bilgiye ulaşma yolları öğretilmelidir. Günümüzde güncel bilgiler içeren, konu ve kavramların ampirik örneklerle

desteklendiği, analitik bir yaklaşımla yazılmış ve çok iyi hazırlanmış bir çok evrim ders kitabı bulunmaktadır. Ancak, Türkçe yazılmış veya Türkçe'ye çevirilmiş eser sayısı oldukça yetersizdir. Bu açığın kapatılması yolunda bazı özverili çabaların devam ettiğini bilmek sevindiricidir. Diğer yandan, evrim konularını kapsayan ve internet ortamında kolayca ulaşılabilircek birçok bilimsel site bulunmaktadır. Bu sitelere herhangi arama motorundan 'evolution' kelimesi ile arama yapmak ve ulaşmak mümkündür. Bu sitelerden birinin Türkçe'ye çevrilmesi çabaları devam etmektedir.

Kaynakça

- Darwin, C. 1859. *On the Origin of Species by Means of Natural Selection*. John Murray, London.
- Dobzhansky, T. 1937. *Genetics and the Origin of Species*. Columbia University Press, New York.
- Fisher, R. A. 1918. The Correlation Between Relatives on the Supposition of Mendelian Inheritance. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh* 52: 399-433.
- Fisher, R. A. 1922. Darwinian Evolution of Mutations. *Eugenics Review* 14: 31-34.
- Fisher, R. A. 1930. *The Genetical Theory of Natural Selection*. Clarendon Press.
- Freeman, S. and Herron, J.C. 2003. *Evolutionary Analysis (3rd ed.)*. Prentice Hall Inc., New Jersey.
- Futuyma, D.J. 1986. *Evolutionary Biology (2nd ed.)*. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.
- Futuyma, D.J. 2005. *Evolution*. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.
- Haldane, J.B.S. 1932. *The Causes of Evolution*. Longmans and Greens, New York.
- Huxley, J. 1942. *Evolution: The Modern Synthesis*. Allen and Unwin, London.
- Kimura, M. 1968. Evolutionary Rate at the Molecular Level. *Nature*, 217: 624-626.
- Mayr, R. 1942. *Systematics and the Origin of Species*. Columbia University Press, New York.
- Moody, P.A. 1953. *Introduction to Evolution (3rd ed.)*. Harper & Row Publishers, New York.
- Moya, A. and Font, E. 2004. *Evolution: from Molecules to Ecosystems*. Oxford University Press, Oxford.
- Ridley, M. 2003. *Evolution (3rd ed.)* Blackwell Publishing, London.
- Ross, H.H. 1962. *A Synthesis of Evolutionary Theory*. Prentice-Hall International, London.
- Skelton, P. 1993. *Evolution: A Biological and Palaeontological Approach*. Addison-Wesley, Harlow.
- Stearns S.C. & Hoekstra, R.F. 2000. *Evolution: an introduction*. Oxford University Press, Oxford.
- Strickberger, M.W. 1996. *Evolution*. Jones & Bartlett Publishers, London.
- Watson, J.D. and Crick, F.H. 1953. General Implications of the Structure of Deoxyribose Nucleic Acid. *Nature* 171: 964-967.
- Understanding Evolution, Mart 2007. [<http://evolution.berkeley.edu/evosite/evohome.html>]
- Wright, S. 1931. Evolution in Mendelian Populations. *Genetics* 16: 97-159.

Tablo 1. Biyoloji Bölümleri Lisans Programlarında Evrim Dersi

ÜNİVERSİTE	Varsa Dersin Adı	Haftalık Ders S/K	Yılı ve Yarıyılı	Statüsü: Z/S
1. Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu	Evrım	303	IV ; VIII	Z
2. Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın	Evrım	303	IV ; VIII	Z
3. Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyonkarahisar	Evolüsyon	202	IV; VII	Z
4. Akdeniz Üniversitesi, Antalya	Evrım	303	IV ; VIII	Z
5. Anadolu Üniversitesi, Eskişehir	Evrım	202	IV ; VIII	Z
6. Ankara Üniversitesi, Ankara	Evrım	202	III; VI	Z
7. Atatürk Üniversitesi, Erzurum	Evolüsyon	202	IV ; VII	Z
8. Balıkesir Üniversitesi , Balıkesir	Evrım	303	IV ; VII	Z
9. Bozok Üniversitesi, Yozgat	Evolüsyon	202	IV; VII	S
10. Celal Bayar Üniversitesi, Manisa	Evrım	202	IV ; VIII	Z
11. Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas	Evrım	303	IV ; VII	Z
12. Çanakkale 18 Mart Üniversitesi, Çanakkale	Biyoloji Tarihi ve Evrim Moleküler Evrim Bitki Filogenisi	202 202 223	III; VI IV; VII IV; VIII	Z S S
13. Çukurova Üniversitesi, Adana	Evrım	202	IV ; VII	Z
14. Dicle Üniversitesi, Diyarbakır	Evrım	202	IV ; VIII	Z
15. Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya	Evrım	303	IV ; VIII	Z
16. Ege Üniversitesi, İzmir	Evrım	202	IV ; VII	Z
17. Erciyes Üniversitesi, Kayseri	Evolüsyon	202	IV ; VII	Z
18. Fırat Üniversitesi, Elazığ	Evrım	202	IV ; VII	Z
19. Gazi Üniversitesi, Ankara	Evrım	202	IV ; VII	S
20. Gaziantep Üniversitesi , Gaziantep	Evolüsyon	202	IV ; VII	S
21. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat	Evolüsyon	303	IV ; VIII	S
22. Hacettepe Üniversitesi, Ankara	Evrım	303	IV ; VII	Z
23. Harran Üniversitesi, Urfa	Evolüsyon	202	IV ; VII	Z
24. Hitit Üniversitesi, Çorum	Yok			
25. İnönü Üniversitesi, Malatya	Evrım	303	IV ; VIII	Z
26. İstanbul Üniversitesi, İstanbul	Evolüsyon	202	IV ; VIII	Z
27. İzmir İleri teknoloji Enstitüsü , İzmir	Moleküler Evrim	303	III; V	S
28. K.Maraş Sütçü İmam Üniversitesi, K.Maraş	Evrım	202	IV ; VII	Z
29. Kafkas Üniversitesi, Kars	Evrım	303	IV ; VII	Z
30. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon	Yok			
31. Kırıkkale Üniversitesi, Kırıkkale	Evrım Moleküler Evrim	202 202	III; V IV;	Z S
32. Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli	Evrım	303	IV; VIII	Z
33. Mersin Üniversitesi, Mersin	Evrım	303	IV; VIII	Z
34. Marmara Üniversitesi, İstanbul	Evolüsyon	303	IV; VIII	Z
35. Muğla Üniversitesi, Muğla	Evolüsyon Paleobotanik	202 303	IV; VII IV; VII	S S
36. Mustafa Kemal Üniversitesi, Hatay	Evrım Moleküler Evrim	303 202	IV; VIII IV; VIII	Z S
37. Niğde Üniversitesi, Niğde	Evolüsyon	303	IV; VII	Z
38. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun	Evolüsyon	202	IV; VII	Z
39. Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara	Evolution	303	IV; VIII	Z
40. Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir	Evrım	303	IV; VII	Z
41. Pamukkale Üniversitesi, Denizli	Evrım	303	IV; VII	Z
42. Sakarya Üniversitesi, Sakarya	Yok			
43. Selçuk Üniversitesi, Konya	Evolüsyon	202	IV; VII	Z
44. Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta	Evrım	202	IV; VII	Z
45. Trakya Üniversitesi, Edirne	Evolüsyon	303	IV; VIII	Z
46. Uludağ Üniversitesi, Bursa	Evrım	303	IV; VIII	Z
47. Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul	Yok			

48. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van	Yok			
49. Z. Karaelmas Üniversitesi, Zonguldak	Evrin	202	IV; VIII	Z

Tablo 2. Biyoloji Lisans Programlarında Evrim Dersinin Durumu

Program sayısına göre dağılım				
Yok	Üç saat	İki saat	Zorunlu	Seçmeli
5	21	23	38	6

Tablo 3. Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümleri Lisans Programlarında Evrim Dersi

ÜNİVERSİTE	Varsa Dersin Adı	Haftalık Ders S/K	Yılı ve Yarıyılı	Statüsü Z/S
1. Bilkent Üniversitesi, Ankara	Yok			
2. Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul	Yok			
3. Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas	Evrım	303	IV; VIII	Z
4. Haliç Üniversitesi, İstanbul	Moleküler Evrim	303	IV; VII	Z
5. İstanbul Üniversitesi, İstanbul	Moleküler Evrim	224	IV; VII	Z
6. İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul	Sistematiik Biyoloji	202	II; IV	Z
7. Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara	Evolution	303	IV; VIII	S
8. Sabancı Üniversitesi, İstanbul	Yok			

Tablo4. Biyoloji Bölümleri Lisans Üstü Programlarda Evrim Öğretimi

ÜNİVERSİTE	Varsa Dersin Adı
1. Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu	Çiçekli Bitkilerde Evrimsel Süreçler Evrimin Genetik Prensipleri Evrimsel Ekoloji Kadistik
2. Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın	Filogenetik Sistematik Populasyon Genetiği
3. Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyonkarahisar	Yok
4. Akdeniz Üniversitesi, Antalya	Filogeni Tür ve Türleşme Hayvanlar Aleminin Evrimi Bitkilerde Evrim ve DNA Dizilerinin Filogenetik analizi
5. Anadolu Üniversitesi, Eskişehir	Filogenetik Sistematik Moleküler Evolüsyonun Temelleri Moleküler Taksonomi
6. Ankara Üniversitesi, Ankara	Omurgalıların Evrimi
7. Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas	Evrimsel Biyoloji: Türleşme ve Filogeni Filogenetik Sistematik Türleşme Modelleri Sistematik Biyoloji Ekolleri Evrim ve Türlerin Farklılaşması
8. Gazi Üniversitesi, Ankara	Böceklerde Filogenetik İlişkiler
9. Hacettepe Üniversitesi, Ankara	İleri Evrim Populasyon Genetiği Bitkilerin Evrimi Ökaryotik Hücre Organellerinin Orijini ve Evrimi Biyokimyasal Evrim Evrimsel Ekoloji Moleküler Sistematik I, II
10. İstanbul Üniversitesi, İstanbul	Denizsel Adaptasyon
11. Marmara Üniversitesi, İstanbul	Biyomoleküler Evolüsyon
12. Muğla Üniversitesi, Muğla	Moleküler Evrim
13. Mustafa Kemal Üniversitesi, Hatay	Kapalı Tohumluların Köken
14. Niğde Üniversitesi, Niğde	Evolüsyon Ekolojisi
15. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun	Moleküler Evolüsyon Hayvanlar Alemiinde Evolüsyon Çiçekli Bitkilerin Evolüsyonu
16. Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara	Evolutionary Genetics and Environmental Stress Evolutionary Biology Population Genetics
17. Sakarya Üniversitesi, Sakarya	Evrim
18. Trakya Üniversitesi, Edirne	Bitki Filogenisi ve Evrimi Arthropod Evrimi ve Filogenisi Tür Oluşum Yolları
19. Uludağ Üniversitesi, Bursa	Bitki Filogenezi Moleküler Evrim Sinir Sisteminin Organizasyonu ve Evrimi
20. Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul	Moleküler Evrim

Tablo 5. Biyoloji Bölümleri Lisans Üstü Programlarda Evrim Öğretimi Olmayan ve Bilgi Edinilemeyen Üniversiteler

ÜNİVERSİTE	Varsa Dersin Adı
1. Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyonkarahisar	Ders yok
2. Atatürk Üniversitesi, Erzurum	Bilgi yok
3. Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir	Bilgi yok
4. Bozok Üniversitesi, Yozgat	Ders yok
5. Celal Bayar Üniversitesi, Manisa	Bilgi yok
6. Çanakkale 18 Mart Üniversitesi, Çanakkale	Ders yok
7. Çukurova Üniversitesi, Adana	Ders yok
8. Dicle Üniversitesi, Diyarbakır	Ders yok
9. Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya	Ders yok
10. Ege Üniversitesi, İzmir	Ders yok
11. Erciyes Üniversitesi, Kayseri	Bilgi yok
12. Fırat Üniversitesi, Elazığ	Ders yok
13. Gaziantep University, Gaziantep	Bilgi yok
14. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat	Ders yok
15. Harran Üniversitesi, Urfa	Ders yok
16. İnönü Üniversitesi, Malatya	Ders yok
17. İzmir İleri Teknoloji Enstitüsü, İzmir	Ders yok
18. K.Maraş Sütçü İmam Üniversitesi, K.Maraş	Bilgi yok
19. Kafkas Üniversitesi, Kars	Ders yok
20. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon	Ders yok
21. Kırıkkale Üniversitesi, Kırıkkale	Bilgi yok
22. Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli	Bilgi yok
23. Mersin Üniversitesi, Mersin	Bilgi yok
24. Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir	Bilgi yok
25. Pamukkale Üniversitesi, Denizli	Bilgi yok
26. Selçuk Üniversitesi, Konya	Bilgi yok
27. Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta	Ders yok
28. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van	Bilgi yok
29. Z. Karaelmas Üniversitesi, Zonguldak	Bilgi yok

Tablo 6. Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümleri Lisans Üstü Programlarında Evrim Öğretimi

ÜNİVERSİTE	Varsa Dersin Adı
1. Bilkent Üniversitesi, Ankara	Yok
2. Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul	Yok
3. Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas	Program yok
4. Haliç Üniversitesi, İstanbul	Yok
5. İstanbul Üniversitesi, İstanbul	Bilgi yok
6. İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul	Molecular Evolution
7. Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara	Evolutionary Genetics and Environmental Stress Evolutionary Biology Population Genetics
8. Sabancı Üniversitesi, İstanbul	Yok

Ek 1. Ridley, M. 2003. [*Evolution (3rd ed.)* Blackwell Publishing, London] Kitabının İçeriği

Part I: Introduction:

1. The Rise of Evolutionary Biology:
2. Molecular and Mendelian Genetics:
3. The Evidence for Evolution
4. Natural Selection and Variation:

Part II: Evolutionary Genetics:

5. The Theory of Natural Selection:
6. Random Events In Population Genetics:
7. Natural Selection and Random Drift in Molecular Evolution:
8. Two-Locus and Multilocus Population Genetics:
9. Quantitative Genetics:

Part III: Adaptation And Natural Selection:

10. Adaptive Explanation:
11. The Units of Selection
12. Adaptations in Sexual Reproduction:

Part IV: Evolution and Diversity:

13. Species Concepts and Intraspecific Variation:
14. Speciation:
15. The Reconstruction of Phylogeny:
16. Classification and Evolution:
17. Evolutionary Biogeography:

Part V: Macroevolution:

18. The History of Life:
19. Evolutionary Genomics:
20. Evolutionary Developmental Biology:
21. Rates of Evolution:
22. Coevolution:
23. Extinction and Radiation:

Türkiye’de Biyolojik Evrim Eğitiminin Tarihsel ve Sosyolojik Bir Değerlendirmesi³

R. Nazlı Öztürkler Somel⁴

Özet

Evrim kuramı eğitime yaklaşım, Cumhuriyet tarihi boyunca birçok defa değişikliğe uğramıştır. Bu çalışmada bu değişikliklerin, yapıldıkları dönemin siyasi gelişmeleri ile paralellik gösterdiği ortaya konmuştur. Örneğin, kalkınma söyleminin baskın olduğu 1960’lı yıllarda, fen alanındaki gelişmeleri takip etmek ve yetişmiş işgücü sahibi olmak amacı kapsamında, toplumun seçilmiş bir grubuna etkili evrim eğitimi verilmiştir. Kalkınma söyleminin geri çekildiği, 1980 sonrası dönemde ise 60’lardaki evrim eğitime son verilmiştir. Toplumsal birliğe vurgunun arttığı bu dönemde, din bu birliği sağlayabilecek öge olarak ele alınmıştır. Bu anlayış 1985 yılında ortaöğretim biyoloji müfredatına, yaratılış görüşünün eklenmesi sonucunu doğurmuştur. Evrim kuramının eğitimi büyük oranda etkileyen iktidarın niteliği ve dönemin genel siyasi koşulları olmakla birlikte, bu başlıkta toplumsal muhalefetin de etkili olduğu görülmektedir. 1976 yılında yürürlüğe giren Milliyetçi Cephe hükümetinin “tek kitap rejimine” karşı TÖB-DER tarafından yürütülen mücadele buna bir örnektir. Bu çalışmada, Cumhuriyet tarihinde evrim kuramı eğitiminde yaşanan bu ve bunun gibi gelişmeler dönemleştirilerek sunulmaya çalışılmıştır. Dönemler arasında karşılaştırmalar, biyoloji ders kitapları üzerinden yapılmış ve son olarak evrim eğitiminin günümüzdeki durumunu ayrıntılandırmak için sınırlı olarak öğretmen ve öğrenci görüşlerine yer verilmiştir.

Giriş: Türkiye’de Sadece Evrim Kuramı mı Öğretilmiyor?

Geçtiğimiz yıl, Dünya’nın sayılı bilim dergilerinde çıkan değerlendirme yazılarında Türkiye’ye ilişkin önemli saptamalar yapılmıştır: Türkiye dünyada evrim kuramı karşıtı hareketinin en güçlü olduğu ülkelerden biridir (Graebisch ve Schiermeier, 2006) ve aynı zamanda bir araştırmaya dahil edilen ülkeler arasında (Avrupa ülkeleri, ABD ve Japonya) vatandaşlarının evrim kuramını benimseme oranı en düşük olan (%25) ülkedir (Miller vd., 2006).

Üzücü olan, artık Türkiye ismi makale başlıklarında şöyle geçmektedir: “Evrimi Öğret, Bilimi Öğren: Türkiye’den ileride İran’dan Gerideyiz”⁵ (Weissmann, 2006). Dahası bu makalelerden biri, yakın zamanda Türkiye’yi ziyaret etmiş bir bilim insanının, kimi ülkelere evrim kuramının geleceği konusundaki olumlu değerlendirmelerinin ardından Türkiye için düştüğü şu notla son bulmaktadır: “Ama Türkiye Konusunda Pek İyimser Değilim”⁶ (Graebisch ve Schiermeier, 2006).

Mevcut durum bu şekilde sunulduğunda, Türkiye’nin geleceği oldukça karanlık görünüyor. Öte yandan, yukarıda bahsedilen makalelerden birinin de savlarını dayandırdığı, Eurobarometer araştırmasının⁷ verileri daha ayrıntılı incelendiğinde, başka çarpıcı sonuçların da varolduğu fark edilmektedir. Nitekim, bu araştırma dahilinde uygulanan ve kişilerin temel bilimsel bilgilerini ölçen anketteki 13 soruya en az doğru cevabın verildiği ülke Türkiye’dir (%44). Buna ek olarak “Ne sıklıkla bilim ve teknoloji konusundaki tartışmalara katılırsınız?” sorusunun cevabı %71 oranında “hiç”tir ve “Fen dersleri yeterince ilginç değil” diye düşünenlerin oranı %66’dır. Bu oranlar, Türkiye toplumunun sadece evrim kuramını benimseme konusunda değil, bilimsel bilgi, ilgi ve imkan sahibi olma konusunda da sorunları olduğunu göstermektedir. Ayrıca aynı araştırmada, sorulara olumlu ya da doğru

³ Bu metinde bulunan 2005 yılı öncesine ilişkin bilgiler yazarın yüksek lisans tezine dayanmaktadır: Öztürkler, R. N. (Temmuz, 2005). “Türkiye’de Biyolojik Evrim Eğitiminin Sosyolojik Bir Değerlendirmesi”. Ankara Ün. Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

⁴ Doktora Öğrencisi, Helmut Schmidt Üniversitesi, Almanya. Üniversite Konseyleri Derneği üyesi.

⁵ “Teach evolution, learn science: we’re ahead of Turkey, but behind Iran”.

⁶ Steve Jones “But I am not so optimistic about Turkey”

⁷ 25 Avrupa ülkesine ilişkin verileri barındıran araştırma. Eurobarometer (2005). Europeans, Science and Technology. http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_224_report_en.pdf

cevap verenlerin sosyo-ekonomik koşullarına bakıldığında, bunların daha çok erkek, eğitilmiş ve iyi bir işe sahip olduklarını görülmektedir. Bu üç değişkenin birbiri ile olan ilişkisi de hesaba katıldığında, Türkiye’deki evrim kuramı karşıtlığının sosyo-ekonomik nedenleri olan, tarihsel ve sosyolojik olarak incelenmeye muhtaç bir başlık olduğu net olarak ortaya çıkmaktadır.

Bu konuşma da, kısmen bu ihtiyacı karşılamaya çalışacaktır: (1) Cumhuriyet tarihinde evrim kuramı eğitimindeki belirli dönemleri, bu dönemlere denk gelen siyasi olaylarla birlikte ele almak. (2) Bahsi geçen dönemlerde kullanılan biyoloji ders kitapları aracılığıyla, dönemler arasında kuramın eğitiminin karşılaştırmasını yapmak. (3) Bugün gelinen noktayı tasvir etmek.

Dönemleri tasvir ederken, önce evrim kuramı eğitimine ilişkin gelişmelere ardından bu değişikliklere neden olduğu düşünülen olaylara yer verilecektir.

Cumhuriyetin ilk 40 yılında evrim kuramı eğitiminde iki farklı dönem:

Türkiye’de evrim kuramı eğitimine ilişkin ilk çarpıcı veriyle, Cumhuriyet’in ilk tarih kitabında karşılaşılmaktadır. Türk Ocağı Türk Tarihi Heyeti’nin 1930 yılında hazırladığı “Türk Tarihinin Ana Hatları” isimli kitap (Afet Hanımefendi vd., 1996) kimi değişikliklerle ortaöğretimde ders kitabı olarak kullanılmıştır. Bu kitabın, “İnsanın Tarihine Giriş” adlı 30 sayfalık bölümü, dünyanın oluşumu, canlılığın ortaya çıkışı ve insanın kökenine dair bilgilere ayrılmıştır ve adı konmaksızın evrim kuramının bazı tezleri kesin bir doğruluk kanaati ile sunulmuştur⁸.

Bu tercihi şöyle açıklayabiliriz: Bu dönemde Osmanlı mirasından kendisini ayıran bir Türk milleti kavramını oluşturma hedefi için yoğun çaba harcanmıştır. Bu çabada laik eğitim, dinsel kimlik yerine ulusal kimliğin geçirilmeye çalışılmasının öncül araçlarından biri olmuştur (Mert; Yeğen, 2001). Bu dinsel olmayan milli tarihin yazımında evrim kuramının sunduğu verilerden yararlanılmıştır.

1942 yılına gelindiğinde, bahsedilen tarih kitabından, canlılığın ve insanın dünya üzerinde ortaya çıkışını anlatan bölüm çıkarılmış ve insanlık tarihi anlatımı Yontma Taş Çağı ile başlatılmıştır (Aydın, 2001).

Dönem, Türkiye’de iktidarın ideolojik tercihlerini değiştirdiği dönemdir. Çok partili sisteme geçiş çabalarıyla birlikte yavaş yavaş İslam, milliyetçilik ile birlikte anılmaya başlanmıştır. Bu gelişme CHP’nin 1947’de altı ilkeyi yeniden yorumlamasında somutlanmış; inkılapçılık ilkesinin devrimci radikal yanına vurgu azaltılmış, laiklikte ise İslam’a karşı militan politikayı terk etme kararı alınmıştır (Ahmad, 1996; Gökaçtı, 2005). Bunun eğitime en önemli yansımalarından birisi CHP’nin 1947 yılında okullarda din eğitimini mümkün kılmasıdır.

1950’de başlayan Demokrat Parti dönemi ise milliyetçiliğin giderek daha fazla dinle birlikte anıldığı bir dönemdir⁹. Dinin vatanperverliğin ve milli kimliğin ayrılmaz bir parçası olduğu iddiası ortaya atılmış ve bu şekilde dinin alanı genişletilmeye çalışılmıştır (Mert, 2001). DP dönemini sonlandıran 1960 darbesinin ardından, 1960’ların ortasında, ilk bakışta şaşırtıcı bir gelişme ile karşılaşılır.

1960’lar: Kalkınma ve Soğuk Savaş

1964 yılında kurulan fen liselerinde BSCS (Biological Sciences Curriculum-Biyoloji Bilimleri Müfredatı) Programı ve kitapları kullanılmaya başlanmıştır. Bu program ve kitaplar biyolojinin bütün konularını evrimsel bir bakış açısıyla sunmaktadır. Kitaplardaki sunuş görsel olarak da desteklenmiş ve

⁸ Yazarlar kitabın giriş bölümünde amaçlarını şu şekilde anlatmaktadır: “kainatın oluşumuna, insanın ortaya çıkışına ve insan hayatının tarihi devirlerden evvelki mazisine dair, yakın zamanlara kadar ilgi gören yanlış değerlendirmelerin önüne geçmektir. ... kitabımızda insanın tarihine girmeden önce, kainat, dünya ve insan hakkında zamanımızın ilme dayanan teorilerini aktardık ve açıkladık ve bunu yaparken batıl fikirlerden sıyrılarak, tarihi gerçekliği kavramaya çalıştık”.

⁹ I. Menderes Hükümeti (22 Mayıs 1950- 9 Mart 1951) programından “Maddi bakımdan ne kadar ilerlemiş olursa olsun, milli ahlakı sarsılmaz esaslara dayanmayan, ruhunda manevi kıymetlere yer vermeyen bir cemiyetin bugünkü karışık dünya şartları içinde kötü akıbetlere sürüklenecği tabiidir. Talim terbiye sisteminde bu gayeyi göz önünde bulundurmaya...” (Aydın, 1997; 60-61).

çeşitli deneylerle somutlanmaya çalışılmıştır. Dönem, kuramın Türkiye tarihinde en iyi öğretildiği dönemdir. Bir kıyaslama yapılırsa, bu çalışmada incelenen ve 1960'lardan günümüze kadar kullanılmış olan 9 farklı biyoloji kitabından (Ek1) hiçbirisi, BSCS kitabının içerdiği 6 ölçütten¹⁰ fazlasını içermemektedir¹¹.

Ancak gözden kaçırılmaması gereken bir nokta, söz konusu dönemde bilimsel fen eğitiminin toplumun tümünü kapsayacak şekilde uygulanmıyor olmasıdır (Baykurt, 1969). Nitekim çok sınırlı sayıdaki fen lisesi dışında, uygulanmaya devam edilen klasik biyoloji programı, 1938-1970 yılları arasında hiçbir değişim geçirmemiştir (Doğan, 1972). 1960'lı yılların düz liselerinde kullanılan ders kitabı da, evrim kuramının aranan ölçütlerinden sadece birini karşılayabilmektedir. Öte yandan, bilimsel bilgi içerme konusunda eksikli olmasına rağmen bu kitapta konunun anlatılış biçiminden, yazarın evrim kuramına şüpheyile yaklaştığı izlenimi uyanmamaktadır¹².

Fen ve evrim eğitimindeki bu ikili uygulama nasıl yorumlanabilir?

Öncelikle, II. Dünya Savaşı sonrası Soğuk Savaş döneminde Sovyetler Birliği'nin fen alanlarında hızla ilerlemesi ve 1957'de Sputnik uzay aracını dünya etrafında yörüngeye oturtmayı başarması, özellikle ABD'yi ve Avrupa ülkelerini fen eğitiminde acil düzenlemeler yapmaya sevk etmiştir (Kence, 1994). Fen liselerinde kullanılan BSCS program ve kitapları, ABD'de bu kaygıyla hazırlanmış kitaplardır.

Ayrıca, Türkiye'de de 1950'li ve 60 yıllarda ekonomik kalkınmaya vurgu artmış, eğitim ekonomik kalkınma için önemli bir araç olarak görülmüştür (Eskicumalı, 2003). Türkiye'deki fen liseleri bu yaklaşımın bir ürünüdür. 1960 yıllarda sadece "üstün zekalı" addedilen öğrencileri kapsayan bu liseler Türkiye'nin bilim ve teknoloji alanında yetişmiş insan gücü eksikliğini kapatacak okullar olarak tasarlanmıştır (Turgut, 1990).

Özetle, bu dönemde Türkiye'de evrim karşıtlığından bahsedilemeyeceği gibi, fen liseleri dışında genel ve etkili bir evrim kuramı öğretiminden de bahsedilmez.

Bu döneme ilişkin düşülmesi gereken son notlar şunlardır: 1960'ların sonlarına yaklaşırken, Adalet Partisi döneminde (1966-69), kalkınma ve manevi değerler birlikte anılmaya başlanmıştır¹³. Ayrıca küçük ölçekli ve sadece az sayıdaki cemaat mensubuna yönelik de olsa, yaratılışçılar dışı açık toplantılar yapmaya başlamışlardır. Örneğin, Fetullah Gülen 1969 yılında, camilerde yaratılış konulu söyleşiler yapmıştır (Gülen, 2004).

1970'ler: "MC'nin Ders Kitaplarına Hayır"

1970'lerde BSCS'nin fen liseleri dışındaki liselerde de kullanılabilmesi için, bazı liselerde Modern Biyoloji Programı uygulanmaya ve BSCS kitaplarından uyarlanan kitaplar kullanılmaya başlanmıştır. Bilim insanlarından ve eğitim uzmanlarından oluşan komisyonların yaptıkları bu uyarlamalar oldukça başarılıdır. 1980 sonrasında yenileri basılana kadar kullanılan bu kitaplar, evrim kuramının temellerini kavratılabilmek için gerekli 8 ölçütü, BSCS kitapları kadar (6 tane) barındırmaktadır (EK1'de 1982 tarihli kitap).

¹⁰ Kuramın bilimsel temellerini kavratılabimesi için bir ders kitabının, 8 temel ölçüt barındırması gerektiği düşünülmektedir. Bu ölçütler, ABD "Ulusal Bilim Eğitimi Standartları"ndan (National Science Education Standards) uyarlanmış, sekiz maddelik "kavram grubundan" (Skoog and Bilica, 2001) oluşmaktadır: türler zaman içinde değişir, türleşme, çeşitlilik, canlılar ortak bir ataya sahiptir, evrimin kanıtları, doğal seleksiyon, evrimin hızı-yönü, insanın evrimi.

¹¹ 1962 tarihinden önce kullanılan biyoloji ders kitapları değerlendirmeye alınmamıştır. Evrim kuramı konusu 1938 tarihli biyoloji programında bulunmasına rağmen, dönemin biyoloji kitaplarına ulaşamamıştır (Kültür Bakanlığı, 1938).

¹² Kitap, kuramın tarihçesinden bahsettikten sonra: "Öyle ise, tufanlarda canlıların ortadan kalktıkları, yeniden yaratıldıkları; türlerin sabit olduğu fikirleri doğru değildir" (s.150-151).

¹³ "Milli eğitim politikamızın temeli; vatandaşın bir kül halinde kalkınabilmesine, maddi ve manevi hayatını teçhiz ederek ve milli şuuru hakim kılarak yetişmesine yardım etmektir" (aktaran Kaplan, 2002; 234).

Ancak 1970'lerin sonuna gelindiğinde, eğitim tarihimiz ve evrim kuramı eğitimi açısından başka nitelikte ama aynı derecede önemli olaylar yaşanmıştır. 1976 yılında Milliyetçi Cephe Hükümeti (MC) “tek kitap rejimi”ni uygulamaya koymuştur. Bu dönemin kitaplarının başlıca özellikleri arasında “Türk-İslam kültürünün aşağılanan unsurlarının çıkarılması, İslami değerlerin öne çıkarılması ve pozitivistimin dışlanması” sayılmaktadır (Aklan, 1977).

Bahsedilen dönemin biyoloji kitabına evrim kuramının “kanıtlanmamış” olduğuna dair vurgular eklenmiştir. BSCS kitabı ve ondan uyarlanan Modern Biyoloji Kitabı altışar ölçüt içerirken, 1979 yılına ait kitapta bu sayı ikiye düşmektedir. Kitabın evrim konusunun anlatılış tarzı ise özel olarak incelenmeye değerdir: Kitabın başlangıcında evrimin çeşitli kanıtlarla desteklenen bir kuram olduğu dile getirilmekte, daha sonra “evrim teorileri” başlığında ayrı bir bölüm ve anlatılan her bir kuramın sonunda “teorinin tenkidi” kısmı bulunmaktadır.

MC hükümetlerinin bu yeni ders kitaplarına hem devlet içinden hem de sivil örgütlerden tepkiler gelmiştir: Bunlara iki örnek, Türk Dil Kurumu (TDK) tarafından kaleme alınan “İsmarlama Ders Kitapları Üzerine Rapor” ve Türkiye Öğretmenler Birleşme ve Dayanışma Derneği'nin (TÖB-DER) “MC'nin Ders Kitaplarına Hayır” kampanyasıdır (Aydın, 2001). TÖB-DER'in yürüttüğü kampanyanın bir parçası olarak alternatif ders kitapları yazılmış, TÖB-DER'li öğretmenler yeni kitapları kullanmayı reddederek bu alternatif kitapları kullanmış ve bir yandan da yeni kitap rejimine karşı hukuki mücadeleye girişmişlerdir. Bu mücadelenin sonucunda bu kitapların bazıları kullanımdan kaldırılmış, bazılarının ise kimi bölümleri değiştirilmiştir (Başar, 2003).

Bu yaşananların arkaplanı kabaca şöyle tasvir edilebilir: Türkiye'de 1960-1980 arası dönemde sol akımlar yükselişe geçmiş, sendika örgütlenmeleri artmış ve gençlik hareketleri hızlanmıştır. Bunun karşısında Soğuk Savaş koşullarında İslamcı hareket ilk defa 1970'lerde Milli Nizam Partisi (MNP) ve Milli Selamet Partisi'nde (MSP) bağımsız bir siyasal özne olarak organize olmuştur (Gülalp, 2003). 1970'lerin ikinci yarısında kurulan ve MSP'nin de parçası olduğu MC hükümetleri ise İslamcı hareketin iktidar ile ilk doğrudan temasını sağlamıştır. İslamcı hareketin öncelikli uygulamalarından birisi, Soğuk Savaş döneminde komunizme karşı zaten desteklenmekte olan dinin toplumsallaşmasını, eğitim yoluyla hızlandırma çalışmak olmuştur. Ancak bu girişim, muhalefetin itirazına takılmıştır.

1980 Sonrası: Türk İslam Sentezi ve Evrim Kuramı

1980 yılında Fen Liseleri'nde uygulanan ve evrim kuramının en etkin biçimde ele alındığı program olan “modern biyoloji projesi” durdurulmuştur (Ünal vd., 2004). Ardından 1985 yılında evrim kuramı eğitiminde, dünyada bildiğimiz kadarıyla bir eşi daha bulunmayan bir karar alınmıştır. MEB, hazırladığı bir rapor doğrultusunda (MEB, 1985) evrim kuramının bilimsel olarak kanıtlanmadığı ve öğrencileri inançsızlığa götürdüğü gerekçesiyle biyoloji ders program ve kitaplarında evrim kuramı ile birlikte yaratılış görüşüne yer verilmesine karar vermiştir. Bu rapor Türkiye'de yaratılışçıların argümanlarının bir özeti olması açısından önemlidir. Yaratılış görüşünün eklendiği, 1985 yılına ait ortaöğretim biyoloji kitabı evrim kuramı öğretimine dair sekiz ölçütten sadece ikisini karşılamaktadır.

Bu kararın alındığı dönemde MEB ile ABD'deki yaratılışçı hareket arasında yakın bir ilişki kurulmuştur. Dönemin Milli Eğitim Bakanı olan Vehbi Dinçerler, ABD'de yaratılış görüşünü yaygınlaştırmaya çalışan Yaratılış Araştırma Enstitüsü (Institution for Creation Research-ICR) ile kişisel olarak iletişim kurmuş (Kence, 2002), ICR yöneticileri Türkiye'de çeşitli konferanslara konuşmacı olarak katılmış, yayınları Türkçe'ye çevrilmiştir. Bu yayınlardan bazıları¹⁴ bizzat MEB tarafından basılmış ve öğretmenlere ücretsiz olarak dağıtılmıştır (Edis, 1994).

¹⁴. Örneğin, “Yaratılış, Evrim ve Halk Eğitimi” başlıklı ve (ICR) başkanı Gish'in yazdığı bir metnin çevirisi olan bir broşür basılmıştır (Gish, tarihsiz). Ayrıca bu dönemde MEB'nin çeşitli müdürlüklerinin farklı alanlara yönelik yayınlarında, evrim kuramına dair 1985 yılındaki raporda ortaya konan fikirlerin neredeyse hiç değiştirilmeden sunulduğu gözlemlenmektedir. Bu broşürlerin ve dergi yazılarının

Bu dönemde başını MEB'nin çektiği evrim karşıtlığına karşı etkili bir mücadeleye rastlanmamaktadır. 1980 sonrasında yaratılışçılar istediklerini nasıl bu kadar kolay hayata geçirmişlerdir?

Öncelikle, Türkiye'nin siyasi ve ideolojik panoraması 1980'de yaşanan sağ askeri darbe ve onu takip eden muhafazakar iktidar ile baştan aşağı değişmiştir. Burada konumuz açısından iki nokta vurgulanabilir. Birincisi, darbe döneminde muhafazakar ideolojiler, toplumsal birliğin sağlanmasında yeni bir dayanışma çerçevesi içinde kullanılmıştır (İnal, 2004). Türk-İslam sentezi -milliyetçilik ve İslam'ın birleştirilme çalışmaları- 1950'lerde başlayan bir yönelim olmakla birlikte, 1980 sonrası yarı resmi bir ideoloji haline gelmiştir (Copeaux, 2000). Bu gelişmelerin eğitime yansımalarından bir diğeri, 1980 sonrasında din eğitiminin ilk ve orta öğretimde zorunlu hale gelmesidir. 1980 darbesi sonrasında sendikalar, partiler kapatılmış, çok sayıda akademisyen ve öğretmenin görevlerine son verilmiş, daha genel bir ifade ile toplumsal muhalefet baskılanmıştır.

İdeolojik alandaki değişimin somut bir örneğini 1983 yılında Devlet Planlama Teşkilatı (DPT) tarafından hazırlanan raporda görebiliriz. Raporda din, milli güvenliği sağlayıcı bir unsur olarak ele alınmaktadır (DPT, 1983). Okullarda okutulan tüm derslerin içeriğinin dini görüşlerle uyuşması ve uyumlu olmayanların elenmesi gerektiği, bu metinde geçmektedir. Dahası söz konusu metinde evrim kuramı öğretime karşı savlara yer verilmiş, kuramın insanın manevi özelliklerini hiçe saydığı ve çoktan çürütülmüş olmasına rağmen özellikle marksizm tarafından el üstünde tutulduğu ve gençlere bir inanç gibi aşılandığı iddia edilmiştir (DPT, 1983).

1990'lar: Yaratılış Görüşünün Zirve Yılları

1990'lı yıllar, MEB'nin kuram hakkında aldığı bir kararla başlamaktadır. Bakanlık, evrim kuramının anlatıldığı "Hayatın Başlangıcı ile İlgili Görüşler" konusunu, lise birinci sınıf müfredatından çıkarmış, fen alanı öğrencilerinin lise boyunca görececekleri son biyoloji dersinin son konusu yapmıştır (MEB Teftiş Kurulu, 1990). Türkiye'de bu dönemde öğrencilerin üniversite sınavı hazırlıkları nedeniyle okullarda fiili olarak ders yapılamamaktadır (Ertan, 2004). Dolayısıyla alınan bu kararla evrim kuramı, ortaöğretimde fiilen işlenemeyeceği bir zamana alınmıştır. Üniversite öncesi eğitimde, konuya, sadece ilköğretim 8. sınıfta çok kısa yer verilmektedir.

1990'lı yılların ilk yarısına ait ders kitapları evrim kuramı eleştirisine en fazla yer veren kitaplardır¹⁵. 1992 yılına ait ortaöğretim biyoloji kitabı, evrim kuramının bilimsel aktarımı için gerekli 8 temel ölçütten hiç birisini karşılamamaktadır. 1995 tarihli ortaöğretim biyoloji kitabı ise sadece iki ölçüte yer vermektedir.

Bu yaşananlara neden olan gelişmelerden bazıları kanımızca şunlardır: 1990'larda Türkiye siyaseti çeşitli toplumsal dinamikler ile yeniden çalkalanmaya başlamıştır. Konumuz açısından önemli olan, İslami hareketin bu dönemde yeniden bağımsız bir özne olarak sahnede yer alması, 1994 yerel seçimlerinden ve 1995 genel seçimlerinden birinci parti olarak çıkmasıdır (Akgün, 2002). Bununla birlikte, Türkiye'de 1990'lardan itibaren yaratılışçıların kurumsallaştığı görülmektedir. Bu sürece öncülük eden ılımlı-İslamcı ve geniş finansmana sahip bir grup, yaygın broşür dağıtımları ve konferans gibi faaliyetlerle evrim karşıtlığını bir anlamda kitleselleştirmiştir (Atay, 2004)¹⁶.

1997 Sonrası: "Tarafsızlaşma"

1997 sonrasında, evrim kuramı eğitimde sınırlı da olsa bazı olumlu gelişmeler olmuştur: 1998 tarihli biyoloji ders kitabı üç ölçütü yerine getirmekte, 2000 tarihli biyoloji kitabında bu rakam beşe

ortak noktası evrim kuramının kanıtlanmamış bir "teori" olduğu ve kanıtlanamamasına rağmen ısrarla savunulmasının nedenlerinin ideolojik temelleri olduğuna yapılan vurgudur.

¹⁵ "Günümüzde biyoloji ile ilgili birçok bilim adamı, hayatın çeşitliliğini, bir hücre içinde geçen hayat olaylarının olağanüstü nizamını ve kainatın çok ince bir düzence işlediğini görerek, Allah'ın varlığını idrak ettiklerini belirtmişlerdir" (s.69).

¹⁶ 1990 yılında Adnan Oktar'ın (Harun Yahya) fahri başkanlığında Bilim Araştırma Vakfı (BAV) kurulmuştur.

çıkılmaktadır. Yine bu dönemde kullanılan ortaöğretim biyoloji ders kitapları kuramın bilimsel temellerini benimsetecek bilgileri taşımaktan uzak olmakla birlikte, bir önceki dönemin “yaratılış” vurgulu kitaplarından farklılaşmaktadırlar. Örneğin 2000 ve 2003 yıllarına ait kitaplar, bilimsel bilgi ile dinsel bilgi arasında bir ayırım yapmaya, evrim kuramının bilimsel, yaratılışın dinsel olduğunu belirtmeye çalışmaktadır. Yaratılış görüşünün anlatıldığı bir biyoloji kitabının bunu nasıl başarabileceği tartışmalıdır. Bu durumunu en iyi ifade edecek kavram, evrim-yaratılış öğretimi ikilemi karşısında “tarafsızlaşma”dır.

Nitekim kitaplardaki “tarafsızlık” çabasının tesadüf değil bilinçli bir siyaset ürünü olduğunu, dönemin Milli Eğitim Bakanı Metin Bostancıoğlu, verilen bir Meclis önergesine sunduğu cevap ile ortaya koymuştur. Bakan cevabında, ilk ve ortaöğretimde evrim kuramının öğrenciye benimsetilmeye çalışılmadığını, kuramın doğruluğundan kesinlikle bahsedilmediğini belirtmiştir (TBMM, 13 Şubat 2001; 20).

1997 yılı neden bir değişimin başladığı yıldır? Kanımızca sebep Türkiye siyasetinin en yakın zamanlı dönüm noktalarından biri de olan, 1997’de RP liderinin başbakanlığını yaptığı hükümetin MGK kararları ile istifaya zorlanmasıdır. Bu dönemeci İslamcı yükselişin duraklaması ve göreceli bir toplumsal yumuşama dönemi takip etmiştir. Ancak duraklama geçicidir. 2002 seçimleri ardından Adalet ve Kalkınma Partisi (AKP) iktidara gelmiştir.

Bu noktada 1997 sonrası ders program ve kitaplarındaki gelişmeler karşısında evrim öğretimi konusunun gündemden düşmediğini ve Meclis’e de sıkça taşındığı belirtilebilir. 1998-2002 yılları arasında evrim öğretimi konulu 10 farklı önerenin sahibi muhafazakar partilere üye milletvekilleri. Önergelerin ortak iddiası evrim kuramının manevi değerleri sarsıcı, milli bütünlüğü tahrip edici bir niteliğe sahip olduğudur (Örn: TBMM, 22 Aralık 1998; 5).

2002’den 2007’ye AKP iktidarı dönemi

AKP iktidarında basılan 2003 yılı ortaöğretim biyoloji kitabı, yaratılışın dogmatik olduğu vurgusunu paylaştığı 2000 yılı kitabına kıyasla iki ölçütü yeniden yitirerek, sadece üç ölçütü barındırır hale gelmiştir.

2004 yılında Ankara’da bir sınıf öğretmeni konuyu programda olduğu vakitten önce anlattığı ve “öğrencilerin beyninde tahribata yol açtığı” gerekçesi ile soruşturmayla tabi tutulmuştur (“Evrin Teorisi Soruşturma Nedeni”, 9 Kasım 2004). Daha yakın dönemde ise bir grup öğretim üyesi, Milli Eğitim Bakanlığı’na fen bilgisi ve biyoloji programlarının evrim kuramı öğretimi lehine değiştirilmesi ve yaratılış görüşünün çıkarılması yönünde dilekçe vermiş ancak bu talep MEB tarafından reddedilmiştir (Kotan, 2006). Öğretim üyelerinin bu çabası muhafazakar kesimde tepkiyle karşılanmış, ayrıca aynı dönemde İstanbul’un çeşitli semtlerinde Adnan Oktar ve taraftarlarının organize ettiği “yaratılış müzesi” çeşitli okulların öğrencileri tarafından da topluca ziyaret edilmiştir (Aktaş, 2006).

Öğretmen-Öğrenci Görüşleri: “Öğretmenim, Biz Maymundan mı Geldik?”¹⁷

Burada son olarak kısaca, özellikle 1980 sonrasında çok yoğun olarak propagandası yapılmış olan yaratılış görüşünün ve evrim karşıtı düşüncelerin, fen bilgisi ve biyoloji öğretmenleri ile lise birinci sınıf öğrencileri arasında ne kadar yaygın olduğuna ilişkin anket verilerine yer vermek uygun olacaktır. Anketler, 2004-2005 döneminde Ankara’da görev yapan 147 biyoloji-fen bilgisi öğretmeni ve yine Ankara’da 257 ortaöğretim 1. sınıf öğrencisi ile yapılmıştır.

Ankete katılan, biyoloji eğitimi almış ve ayrıca evrim kuramını anlatmakla yükümlü öğretmenlerin yarısı (%49.6) evrim kuramını ya tam olarak ya da hiç benimsememektedir. Paralel biçimde, görüşülen öğretmenler, yaratılışın müfredatta yerini korumasına önemli oranda destek ifade etmiştir (%19.2).

¹⁷ Ankete katılan öğretmenlere göre, öğrencilerin evrim kuramı konusu sırasında en çok sorduğu soru.

Yine ortaöğretim biyoloji öğretmenleri, öğrencilerin dönem sonunda okula gelmemesi dolayısıyla konunun programdaki haliyle işlenemediğini ifade etmişlerdir. Ancak evrim kuramını kişisel olarak kabul ettiğini belirten öğretmenlerden kimisi, konuyu sınıfta program dışında ele aldıklarını anket formuna not düşmüşlerdir. Örneğin bir lisedeki biyoloji öğretmenleri, evrim kuramının anlatıldığı bölümü, zümre öğretmenleri kararı ile öne aldıklarını ve konuyu işleyebildiklerini açıklamışlardır.

Öğretmen anketlerinin çözümlemesinde ortaya çıkan çarpıcı bir sonuç ise, daha yaşlı öğretmenlerin evrimi destekleme oranlarının genç öğretmenlere kıyasla anlamlı ölçüde yüksek oluşudur. Özellikle 1980 öncesinde eğitim görmüş öğretmenler arasında evrimi benimseme oranının yüksekliği, 1980 sonrasının sistematik evrim karşıtlığının öğretmenler cephesinde etkili olduğuna işaret etmektedir.

Ankete katılan öğrencilerin ancak dörtte biri (%25.7) canlıların evrimleştiğini düşünmektedir; ayrıca, canlılığın kökenine ve insan türünün canlılık içindeki yerine ilişkin görüşleri de büyük oranda ("İnsan ayrı bir türdür, hayvanlar ile birlikte sınıflandırılmamaktadır"ı tercih edenlerin oranı %46.3'tür) yaratılış görüşü ile paralellik göstermektedir.

Sonuç ve Değerlendirme

Burada tasvir etmeye çalışılan tarihsel dönemlerden çıkarılabilecek ilk genel sonuç, eğitimin kendisinin asıl olarak siyasi bir alan olduğudur. Evrim kuramı eğitimi de bu siyasi alanda, çeşitli amaçlar için kullanılmış ve farklı şekiller almıştır. Eğitimin siyaset belirlenimli oluşu, Türkiye'ye has da değildir. Örneğin, İspanya'nın 40 yıllık Franko iktidarı döneminde evrim kuramı müfredattan çıkarılmış ve ancak Franko sonrasında müfredata tekrar girebilmiştir (Barbera vd., 1999). Dolayısıyla burada önemli olan ülkenin siyasi iktidarı ve bu iktidarın ülkeye nasıl bir yön vermek istediğidir. Çünkü kamusal eğitim, mevcut iktidarın ideolojik yönelimlerini topluma benimsetmede, halen (iletişim araçlarının bu denli geliştiği çağımızda da) en etkili araçlardan biridir. Ancak örgütlü muhalefetin de, eğitimin içeriğini belirlemedeki etkisi kendi tarihimizde kanıtlanmıştır. Burada 1980 öncesinde TÖBDER'in verdiği ve büyük oranda kazanım sağladığı mücadele hatırlanmalıdır.

Bu mücadelenin bir örneği de yukarıda bahsi geçen imza kampanyası ile başlamıştır. Toplanan imzaların taleplerinin Bakanlık tarafından reddedilmesinin ardından verilen dilekçeye ve ardından açılan davaya Bakanlık iki savunma yazmıştır. Bu savunmalardan ilkinde (2006) MEB, davacı konumundaki Üniversite Konseyleri Derneği'nin (ÜKD) iddialarını ve taleplerini reddetmekle kalmamış, yaratılış görüşünün müfredata girmesini de toplumun ortak inanç ve kültür değerlerinin bir sonucu olduğu şeklinde savunmuştur. Bu savunmaya karşı evrim kuramının önemini, bilimselliğini ve yaratılış görüşünün fen kitaplarında yeri olmadığını ayrıntılı bir şekilde anlatan bir cevap kaleme alınmıştır. Bu cevapta ayrıca MEB'nin hukuk dışı uygulamalarına da değinilmiştir. Örneğin, ilköğretim 8. sınıf programında olmamasına rağmen yaratılış görüşünün, ilköğretim fenbilgisi kitabında bulunması ve 2005 yılında program değişikliği olmamasına rağmen yine 8. sınıf fen bilgisi kitabında evrim konusunun kısaltılması. Bakanlığın verdiği ikinci savunma metninde, ÜKD'nin davada örnek olarak sunduğu bu iki kısmı değiştirileceğini bildirilmektedir. Ancak henüz "evrim kuramı"nın bilimsel yönleriyle kapsamlı bir biçimde ele alınması ve yaratılış görüşünün müfredattan çıkarılması talebi kabul edilmemiştir. Bu konuşmanın hazırlandığı Nisan 2007 itibarıyla, Ankara Yedinci İdare Mahkemesi'nin vereceği karar beklenmektedir.

Herhalukarda bu süreç konunun tartışılmasının önünü açmış ve bilimsel eğitimden taraf insanları büyük ölçüde birleştirmiştir. Zira konu evrim kuramının hakkettiği biçimde işlenmesinin ötesinde, Türkiye'de eğitim sisteminin geliştirilmesi ve Türkiye'nin bilimsel araştırma alanındaki gelişmesiyle yakından ilgilidir.

Kaynakça

- Afet Hanımefendi vd. (1996). **Türk Tarihinin Ana Hatları. Kemalist Yönetimin Resmi Tarih Tezi.** İstanbul: Kaynak Yayınevi.
- Ahmad, F. (1995). **Modern Türkiye'nin Oluşumu** (Ç. Y. Alogan). İst: Sarmal Yay.
- Akgün, B. (2002 March). Twins or Enemies: Comparing Nationalist and Islamist Traditions in Turkish Politics. **Middle East Review of International Affairs**, Vol. 6. No.1.p.17-35.
- Aklan, S. (1977). **Yeni Ders Kitapları Üzerine Yok Yere Koparılan Kızılca Kıyamet.** İstanbul: Yeni Asya Yayınları.
- Aktaş, U. (12 Mart 2006). Çocuklar Kime Emanet. **Radikal Gazetesi.**
- Atay, T. (2004). **Din Hayattan Çıkar. Antropolojik Değerlendirmeler.** İstanbul: İletişim Yayınları.
- Aydın, İ. (1997). **Siyasi Parti ve Hükümet Programlarında Eğitim-Öğretim & Öğretmenler (1908-1997).** Ankara: Eğitim Sen Yayınları. Güncel Sorunlar Dizisi 1.
- Aydın, İ. (2001). **Osmanlıdan Günümüze Tarih Ders Kitapları.** Ankara: Eğitim Sen Yayınları.
- Barbera, O., Zanon, B., Perez, J.S. (1999). Biology Curriculum in Twentieth Century Spain. **Science Education.** No. 83. p.97-111.
- Başar, E. (2003). Eğitim Görüşleri ve Uygulamalarıyla Milli Eğitim Bakanı Ali Naili Erdem (31.3.1975-21.6.1977). **Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi**, 16, s.28-115
- Baykurt, F. (1969). **Türk Kültür ve Eğitiminde Emperyalist Etkiler.** Devrimci Eğitim Şurası, 4-8 Eylül 1968 Ankara. Ankara: Tös yayınları no: 4.
- Copeaux, E. (2000). **Tarih Ders Kitaplarında (1931-1993) Türk Tarih Tezinden Türk-İslam Sentezine.** Çev. A. Berktaş. İstanbul: Tarih Vakfı Yurt Yayınları 59.
- Doğan, H. (1972). **Öğrenci, Öğretmen ve Program Yönünden Türk Öğretim Sisteminin Değerlendirilmesi.** Talim ve Terbiye Dairesi Yayınları, 17. Eğitim Serisi 4. İstanbul: Milli Eğitim Basımevi.
- DPT. (1983). Milli Kültür. Özel İhtisas Komisyonu Raporu. Yayın no:1920-ÖİK: 300. Ankara.
- Edis, T. (1994, Summer). İslamic Creationism in Turkey. **Creation/Evolution.** 14(1), Issue 34. p.1-12.
- Ertan, H. (21 Ekim, 2004). Mitokondrinin Acı Kaderi! **Radikal Gazetesi.** s.4.
- Eskicumalı, A. (2003). Eğitim ve Toplumsal Değişme: Türkiye'nin Değişim Sürecinde Eğitimin Rolü, 1923-1946. **Boğaziçi Üniversitesi Eğitim D.** Cilt 19(2).
- Evrin Kuramı Soruşturma Nedeni. (9 Kasım 2004). **Akşam Gazetesi.**s.5.
- Gish, D.T. (Tarihsiz). **Yaratılış, Evrim ve Halk Eğitimi** (Çev. A. Tatlı, E. Keha). M. E. G. ve S. Bakanlığı, Çıraklık ve Yaygın Eğitim G. M. Halk Eğitimi Serisi 1.
- Gökçe, M. A. (2005). **Türkiye'de Din Eğitimi ve İmam Hatipler.** İletişim Yay: İstanbul.
- Graebisch, A., Schiermeier, Q. (23 Kasım, 2006). Anti-evolutionists raise their profile in Europe. **Nature**, Special report, 444, 406-407.
- Gülalp, H. (2003). **Kimlikler Siyaseti. Türkiye'de Siyasal İslamın Temelleri.** Metis Yayınları: İstanbul.
- Gülen, M. F. (2004). **Yaratılış Gerçeği ve Evrim.** Nil Yayınları: İstanbul.
- İnal, K. (2004). **Eğitim ve İktidar. Türkiye'de Ders Kitaplarında Demokratik ve Milliyetçi Değerler.** Ankara: Ütopya Yayınevi.
- Kence, A. (1994). **Bilim Etkileyen Faktör Olarak Eğitim (Biyoloji Eğitiminde Evrim ve Yaratılışçılık).** Bilim ve Eğitim (Bilimsel Toplantı Serileri 2). TÜBA, Ank. s.43-47.
- Kence, A. (2002, 2 Mart). Şeriatçılığın Böylesi! **Cumhuriyet Gazetesi.** Olaylar ve Görüşler. s.2.
- Kotan, B. (5 Mart 2006). Bakan Çelik: Yaratılış Aynen Kalacak. **Radikal Gazetesi.**
- Kültür Bakanlığı. (1938). **Yeni Biyoloji ve İnsan Hayatı II.** İst: Devlet Basımevi.

- MEB Din Öğretimi Genel Müdürlüğü. (1985, Nisan, Mayıs, Haziran). **Din Öğretimi Dergisi**. Milli Eğitim B., Ank.
- MEB Teftiş Kurulu. (1990). **Biyoloji ve Sağlık Bilgisi Müfredat Programı ile Teftişler Sırasında Gözönünde Bulundurulacak Hususlar**. Yayın no 7. Milli Eğitim B., Ank.
- MEB. (1985). **Evrin Kuramı Hakkında Rapor Özeti**. Milli Eğitim B., Ank.
- Mert, N. (2001). Cumhuriyet Türkiye'sinde Laiklik ve Karşı Laikliğin Düşünsel Boyutu. **Modern Türkiye'de Siyasi Düşünce Cilt 2, Kemalizm**. İst: İletişim Yay. s.197-209.
- Miller, Jon D., Scott, E. C., Okamoto, S., (2006, 11 Ağustos). Public Acceptance of Evolution. **Science**, Vol. 313. no. 5788, pp. 765 – 766.
- Skoog, G., Bilica, K. (August 24, 2001). The Emphasis Given To Evolution In State Science Standards: A Lever For Change In Evolution Education?. **Science Education** [Sce] Se149 19:42.
- TBMM (13 Şubat 2001). **Tutanak Dergisi**. D. 21. Cilt: 54. Yasama yılı 3. s.20.
- TBMM (22 Aralık 1998). **Tutanak Dergisi**. D. 20. Cilt: 68. Yasama yılı 4. s.5.
- Turgut, F. (1990). **Türkiye'de Fen Matematik Programlarını Yenileme Çalışmaları**. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi. Sayı:5, s.1-10
- Ünal, S., Coştu, B., Karataş, F.Ö. (2004). Türkiye'de Fen Bilimleri Alanındaki Program Geliştirme Çalışmalarına Genel Bir Bakış. **Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi**. Cilt 24. sayı 2. s.183-202.
- Weissmann, G. (2006). Teach Evolution, Learn Science: We're Ahead of Turkey, But Behind Iran. **The FASEB Journal**, 20:2183-2185.
- Yeğen, M. (2001). Kemalizm ve Hegemonya? **Modern Türkiye'de Siyasi Düşünce Cilt 2, Kemalizm**. İstanbul: İletişim Yayınları. s.57-74.

EK1

Basım Tarihi	Kitabın Adı	Yazar- Yazarlar	Yayın Evi	Basım Yeri
1962	Biyoloji II	Adil Yüksel	Milli Eğitim Basım Evi	İstanbul
1968	Modern Biyoloji I	BSCS (Türkçesi) S. Okay, K. Karamanoğlu M. Ökten, N. Karcıoğlu N. Çiloğlu, F. Aysu, E. Gür N. Gürpınar	Milli Eğitim Basımevi	İstanbul
1979	Liseler İçin Biyoloji II	Aliye Seren, Suat Eren	Serenler yayınevi	İstanbul
1982	Modern Biyoloji I	Sevinç Karol, Özden İnceoğlu, Adem Gülel Kani Işık, Cevat Ayvalı Faruk Aysu, Nihat Gürpınar	Milli Eğitim Basımevi	İstanbul
1985	Biyoloji II	Muhsin Adil Binal Ömer Bedii Tardu	Remzi Kitapevi	İstanbul
1992	Biyoloji I	Turan Güven, Fusun Köksal Cemil Öncü, İhsan Erdoğan Özcan Acar, Şengül Demirci Ayten Toğral, Sündüz Şimşek	Türk Tarih Kurumu Basımevi	Ankara
1998	Lise Biyoloji 3	Selim Korkmaz, Özer Bulut Davut Sağdıç	Milli Eğitim Basımevi	İstanbul
2000	Lise 3 Biyoloji	Namık Berker	Mega Yayıncılık	Ankara
2003	Lise Biyoloji 3	Davut Sağdıç, Özer Bulut Selim Korkmaz	Milli Eğitim Basımevi	İstanbul

POSTER SUNULAR

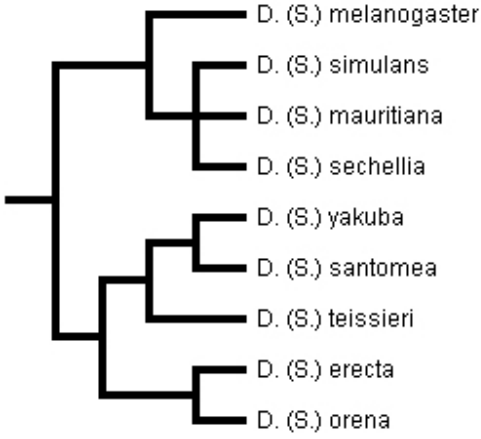
AYNI COĞRAFİK BÖLGEYE AİT İKİ KARDEŞ (SİBLİNG) *DROSOPHILA* TÜRÜNÜN GELİŞİM SÜRELERİNİN KALORİK KISITLANMAYA BAĞLI DEĞİŞİMİNİN ANALİZİ

ÖNDER, B.Ş., YILMAZ, M., BOZCUK, A.N.

Hacettepe Üniversitesi Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü Genel Biyoloji ABD, 06800 Beytepe/Ankara.

GİRİŞ

Drosophila melanogaster ve *Drosophila simulans* morfolojik olarak birbirine çok benzeyen ve ancak erkek genital organlarına bakarak ayırt edilebilen kardeş (sibling) türlerdir. Filogenetik çalışmalarla ortaya konulduğu üzere bu iki kardeş tür yaklaşık 2.5 milyon yıl önce birbirlerinden ayrılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. *Drosophila melanogaster* alt grubuna ait filogenetik ağaç.

Bu iki tür arasında çiftleşme gerçekleşmekte ancak, çiftleşme sonrası (post mating) izolasyon meydana gelmektedir. *D. melanogaster* dişleriyle *D. simulans* erkekleri çiftleştiğinde kısır yaşayabilir dişi ve yaşayamayan erkek melezler meydana gelirken, resiprokalinde kısır yaşayabilir erkek ve yaşayamayan dişi melezler meydana gelir (Powell, J.R., 1997). *D. simulans*, aynı zamanda *D. mauritiana* ve *D. sechellia* türleriyle de kardeş türdür ve genetik uzaklık açısından bu iki türe *D. melanogaster*'e göre olduğundan daha yakındır. *D. simulans*'ın bu iki türle oluşturduğu melezlerin hepsi yaşayabilir kısır bireylerdir. Bu özelliklerinden dolayı *D. simulans*, türleşme çalışmalarında çok önemlidir.

Drosophila'da çalışılan yaşam öyküsü karakterleri türler arasında önemli derecede çeşitlilik (varyasyon) göstermektedir. Bu karakterlerden özellikle iki tanesi – [gelişim süresi](#) ve üreme olgunluğuna erişme yaşı – oldukça önemlidir (Van Der Linde, K., Sevenster, J. G., 2006, Markow, T.A., 2006). Çalışılan 198 *Drosophila* türünde gelişim süresinin 8 ve 24 gün arasında değiştiği görülmüştür. Bu farklılık bize hem bu türlerin evrimsel ilişkilerini yansıtmakta hem de farklı coğrafik ve ekolojik dağılımlarını vermektedir (Markow, T.A., 2006).

Yaşam öyküsü karakterleri, hem genetik hem de çevresel faktörlerle etkilenen kantitatif özelliklerdir. Çevresel faktörler arasında sıcaklık, radyasyon, larval yoğunluk, **besin rejimi**, ışık gibi faktörler sayılabilir. Besin rejimi, uzun yıllardan beri farklı organizmalarda etkisi çalışılan bir çevresel faktördür. *Drosophila*'da yapılan çalışmalarda, **besin rejimi değişkenliğinin** ömür uzunluğunda artışa, ölüm oranında azalmaya ve yumurta veriminde önemli derecede düşüşe neden olduğu bulunmuştur (Chippindale, A.K., et al., 1993). Ancak besin rejimindeki değişikliklerin gelişim zamanı üzerine olan etkisi bilinmemektedir. Biz bu çalışmada *Drosophila*'nın aynı coğrafi bölgeden toplanan iki türünün 4 farklı besin rejimine tepkisini önemli bir yaşam öyküsü karakteri olan gelişim zamanını ölçerek araştırdık.

MATERYAL VE METOD

Edirne bölgesinden Eylül 2006'da toplanan *D. melanogaster* ve *D. simulans* soyları kullanılmıştır. Populasyonlar 25°C, %60 bağıl nem ve 12:12 saat karanlık aydınlık döngüsünde sabitlenmiş olan bölümümüzdeki *Drosophila* kültür odasında tutulmaktadır.

Besin rejimleri: Biri kontrol olmak üzere toplam 4 farklı besin rejimi kullanılmıştır. Bu besin rejimlerinde **şeker** (sukroz) karbonhidrat kaynağı, **maya** ise protein kaynağı olarak kabul edilmiştir. Normal ve kısıtlı besin rejimlerine ait bileşenlerin oranları Tablo 1'de verilmektedir.

Tablo 1. Besin rejimleri bileşenlerine ait veriler. (1000 ml su içeren besiyeri için)

Besin Grubu	Şeker (gr)	Bira mayası (gr)
1KH+1PRO(Kontrol)	94	19
½ KH + 1 PRO	47	19
1 KH + ½ PRO	94	9,5
½ KH + ½ PRO	47	9,5

KH: Karbonhidrat, PRO: Protein

Gelişim zamanı ölçümleri: Gelişim zamanının ölçülmesi için öncelikle her türe ait bireyler yumurta toplanmak üzere yumurtlama kaplarına alınmıştır. Yumurta toplama işleminde standart besiyeri

kullanılmıştır. Her kontrol ve uygulama tüpüne toplam 50 yumurta konularak her grup için 5 tekrarlı olarak deney kurulmuştur. Gelişim süresi tüplerin her 4 saat de bir incelenmesiyle kaydedilmiştir.

Grup (tür) içi ve gruplar (türler) arası karşılaştırmalar, tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ardından gerçekleştirilen *t*-testleri (paired sample *t*-test) kullanılarak yapılmıştır (SPSS 11.0).

BULGULAR

Dört farklı besin rejimine bağlı olarak *D. melanogaster* ve *D. simulans* kardeş türleri arasındaki farkların anlam dereceleri, her bir grupta izlenen toplam pupa sayısı, ortalama pupasyon süreleri ve her besin rejimine ait varyasyon katsayıları Tablo 2’de verilmektedir. Bu verilere göre, iki türün kendi içindeki besin rejimlerine gösterdikleri tepkiler arası fark genelde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. İki türün aynı besin rejimindeki pupasyon süreleri arasındaki fark da, biri hariç ($\frac{1}{2}$ KH + $\frac{1}{2}$ PRO) , istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

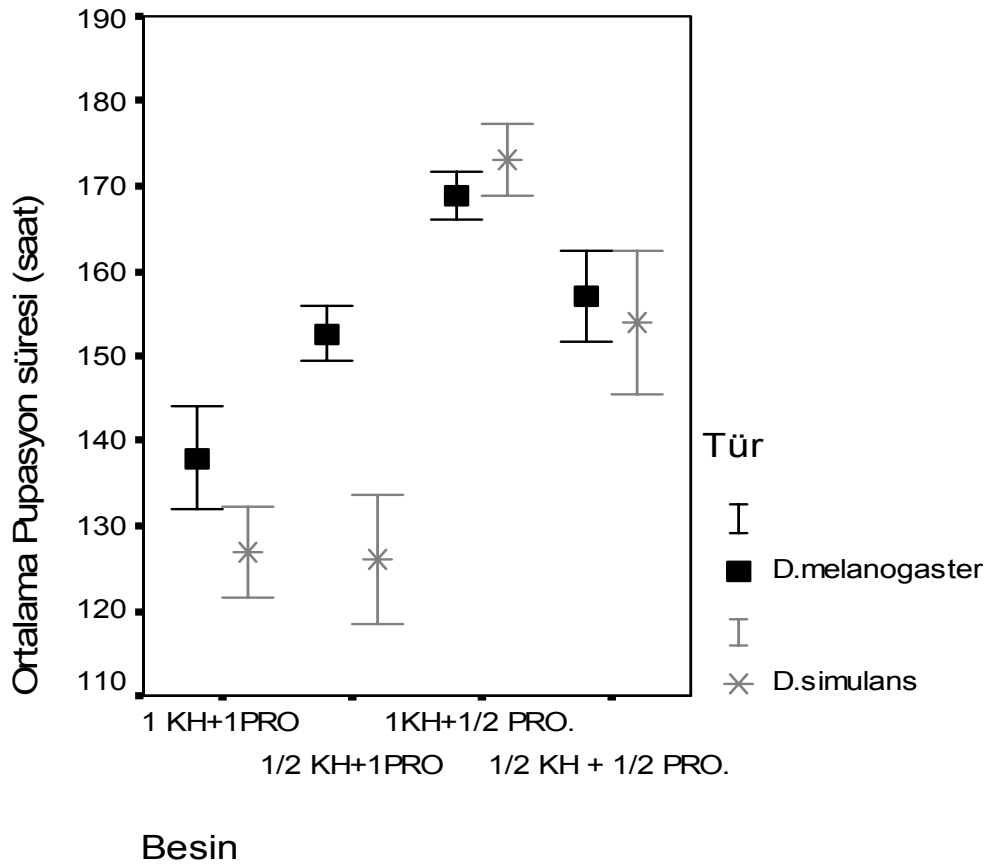
Tablo 2. Besin rejimi farklılıklarına bağlı olarak *D. melanogaster* ve *D. simulans*’a ait ortalama pupasyon süreleri.

Grup No	Grup İsmi	Toplam Pupa Sayısı	Ortalama Pupasyon Süresi (saat) \pm S.H.	Varyasyon katsayısı (%)	Grup (tür) içi karşılaştırmalar ^a	Gruplar (türler) arası karşılaştırmalar
1	<i>D.melanogaster</i> 1 KH + 1 PRO	218	138,01 \pm 2,19	3,56	1-2*	1-5*
2	<i>D.melanogaster</i> $\frac{1}{2}$ KH + 1 PRO	204	152,65 \pm 1,20	1,76	1-3*	2-6*
3	<i>D.melanogaster</i> 1 KH + $\frac{1}{2}$ PRO	211	168,93 \pm 0,99	1,39	1-4*	3-7*
4	<i>D.melanogaster</i> $\frac{1}{2}$ KH + $\frac{1}{2}$ PRO	232	157,07 \pm 1,95	2,77	2-3*	
5	<i>D. simulans</i> 1 KH + 1 PRO	242	126,96 \pm 1,90	3,35	3-4*	
6	<i>D. simulans</i> $\frac{1}{2}$ KH + 1 PRO	224	126,06 \pm 2,77	4,91	5-7*	
7	<i>D. simulans</i> 1 KH + $\frac{1}{2}$ PRO	185	173,07 \pm 1,55	1,99	5-8*	
8	<i>D. simulans</i> $\frac{1}{2}$ KH + $\frac{1}{2}$ PRO	192	153,93 \pm 3,09	4,18	6-7*	
					6-8*	
					7-8*	

KH: Karbonhidrat, PRO: Protein, S.H.: Standart Hata.

*P<0.05 seviyede önemlidir. ^a: Yalnız anlamlı olan karşılaştırma sonuçları verilmiştir.

Kardeş türlerin her bir besin rejimindeki ortalama pupasyon sürelerinin %95 güven aralıklarının gösterildiği Şekil 2 incelendiğinde **iki türün de hemen hemen aynı örüntüye sahip olduğu** görülmektedir. Bununla birlikte, *D. simulans*'ın verdiği fenotipik (ortalama pupasyon süresi) yanıtın *D. melanogaster*'e göre daha değişken olduğu gözlenmiştir (Çizelge 2, Varyasyon Katsayısı).



Şekil 2. Saat olarak ortalama pupasyon sürelerinin iki tür için %95 güven aralıkları.

TARTIŞMA

Aynı coğrafi bölgeden (Edirne), aynı zaman diliminde toplanan *D. melanogaster* ve *D. simulans* türlerinin dört farklı besin rejimindeki gelişim süreleri izlenmiştir. Kantitatif genetik bir karakter olan yaşam öyküsü karakterlerinin türler arasında önemli derecede farklılık gösterdiği bilinmektedir. Bu farklılık, evrimsel açıdan farklı genetik yapılaraya sahip türlerin çevre ile girdiği etkileşim farkından da kaynaklanmaktadır.

Bu çalışmadaki [temel hipotez](#); söz konusu iki türün aynı çevreden gelmiş olmalarına karşın, sahip oldukları farklı evrimsel geçmişler nedeniyle, besin rejimi değişkenliğine farklı yanıtlar vereceğidir.

Elde edilen sonuçlar ve işaret ettiği noktalar şöyle özetlenebilir:

1. Her bir türün besin rejimine gösterdiği fenotipik (gelişim süresi) yanıt baz alındığında, her iki türün de genel olarak benzer örüntü gösterdiği anlaşılmaktadır. Bu durum; *D.melanogaster* ve *D.simulans*'ın arasındaki yakın akrabalık ilişkisi çerçevesinde her iki türün besin rejimi değişkenliğine benzer yanıt vermesiyle ilişkilendirilebilir. İki tür arasında, iki türün son ortak atalarından bu yana yeterli zaman geçmediği için, bu fenotipik yanıt açısından fazla genetik farklılaşma olmamış olabilir.
2. Bununla birlikte, çalışmamız iki tür arasındaki bazı önemli farklılıkları da bulgulamıştır: *D. melanogaster*'de besin rejimindeki her türlü kısıtlama (1/2 KH, 1/2 Pro, 1/2 KH + 1/2 Pro) gelişim süresinin kontrol grubuna (standart besiyeri içeren) göre istatistiksel olarak anlamlı derecede uzadığı görülmüştür. Bunun yanı sıra *D. simulans*'da da hemen hemen aynı etki gözlenmekle birlikte, kontrol grubuna göre sadece karbonhidrat kısıtlamasının gelişim süresi üzerine herhangi bir etkisi görülmemiştir.

Literatürdeki mevcut bulgularda görüldüğü üzere (Markow, T.A., 2006) *D.simulans* *D. melanogaster*'e göre daha kısa bir gelişim süresine sahiptir. Bu çalışmada da gerçekten kontrol, karbonhidrat ve karbonhidrat + protein kısıtlı besiyerlerinde gelişimin *D. simulans*'da aynı özellikteki besiyerlerinde gelişen *D.melanogaster*'lere göre daha kısa sürede tamamlandığı gözlenmiştir. Karbonhidrat kısıtlaması uygulandığında *D. melanogaster*'in gelişim süresi standart besine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede uzamaktadır. *D. melanogaster*'in protein kısıtlı ortamda da gelişim süresi kontrole göre anlamlı derecede uzamakta olmasına rağmen, *D. simulans*'a göre besindeki karbonhidrat miktarına karşı daha duyarlı olduğu görülür.

Ancak çarpıcı bir şekilde, *D. simulans*'da gelişim süresi tek başına protein kısıtlamasıyla *D. melanogaster*'e göre göreceli olarak ve önemli derecede uzamıştır. Bu sonuç, *D. simulans*'ın gelişiminin *D. melanogaster*'e göre, besin rejimindeki protein miktarına daha bağımlı olduğunu düşündürmektedir. Karbonhidrat kısıtlamasına *D. simulans*'ın gelişim süresi tepkisinin kontrole göre neredeyse aynı olması bu düşünceyi kuvvetlendirmektedir.

Besin rejiminde, hem karbonhidrat hem de protein (1/2 KH + 1/2 PRO) kısıtlaması her iki türde aynı tepkiyi vermektedir. Şaşırtıcı bir şekilde, gelişim süresi tek başına protein-kısıtlı besiyerindeki kadar uzamamakla birlikte, kontrol ve tek başına karbonhidrat-kısıtlaması uygulandığı gruplar kadar da kısalmamaktadır. Karbonhidrat ve protein kısıtlamasında gözlenen gelişim süreleri neredeyse tek başına karbonhidrat ve tek başına protein-kısıtlı ortamlarda gelişen bireylerin gelişim sürelerinin ortalamasını vermektedir. Burada, çevresel stres diğer besin rejimlerine göre daha yüksek olduğundan kümülatif bir etki beklenmesine rağmen bunun tersi bir sonuç alınması, artan strese karşı popülasyonların daha başarılı bir uyum gösterebildiğini akla getirmektedir. Daha sonraki çalışmalarla besin kısıtlamasına bağlı olarak gelişimi etkileyen biyokimyasal süreçler daha ayrıntılı çalışılarak konuya açıklık getirilebilir.

3. Çalışmamızın bir başka önemli sonucu, iki türün yaklaşık olarak aynı örüntüyü vermelerine karşın, besin kısıtlamasına verilen fenotipik yanıtın *D.simulans* popülasyonunda daha değişken nitelikte olmasıdır. Bu durum, *D.simulans*'ın genellikle daha büyük varyasyon katsayılarına sahip olması (Tablo 2) ve yine *D.simulans*'ta ortalama pupasyon sürelerinin %95 güven aralıklarının çarpıcı biçimde geniş olmaları (Şekil 2) ile de sergilenmektedir. Bu durum, *D.simulans*'ın besin kısıtlamasına pupasyon süresi değişkenliği biçiminde verdiği fenotipik yanıtla ilişkin dar anlamlı-kalıtısallığın daha yüksek olduğuna işaret edebilir. Bir başka deyişle, *D. melanogaster* yanıtının kalıtısallığı-doğal seçim baskısının ilgili karakter açısından bu türde daha güçlü olması yüzünden-daha düşük düzeyde olmaktadır denebilir. Bu varsayım, bu çalışmaya dahil edilmeyen bir başka *D.melanogaster*-*D.simulans*

populasyon çiftinin de benzer sonucu vermesi nedeniyle, deney hatasından ya da populasyon özgüllüğünden kaynaklanmayan önemli bir türler-arası kantitatif genetik farka işaret ediyor olabilir. Bu yöndeki çalışmalarımız devam etmektedir.

Sonuç olarak; 2.5 milyon yıl önce gerçekleşen tür ayrılmasının bir sonucu olarak ortaya çıkan genetik uzaklaşmanın, iki kardeş türün gösterdikleri yaşam öyküsü karakterleri bakımından farklılıklara yol açtığı görülmektedir. Yapılan çalışmanın sonuçlarına bakıldığında, her iki türün aynı bölgeden toplanmış olmasına rağmen farklı besin ortamlarına verdikleri tepkiler muhtemel bir besin tercihi farklılığına dayanmaktadır. Bu da evrimsel süreç içerisinde her iki türün sahip oldukları farklı genetik altyapı nedeniyle farklı adaptasyonlar gerçekleştirmiş olmalarıyla açıklanabilir.

Kaynaklar:

- 1-Van Der Linde, K., Sevenster, J. G., 2006, Local adaptation of developmental time and starvation resistance in eight *Drosophila* species of the Philippines, Biol. J. Linn. Soc., vol. 87, no.1, pp. 115-125.
- 2-Powell, J.R., 1997, Progress and Prospects in Evolutionary Biology The *Drosophila* Model, Oxford Uni. Press ,New York, ABD.
- 3-Markow, T.A., 2006, *Drosophila* : A Guide to species identification and use, Elsevier.
- 4- Chippindale, A.K., et al., 1993, Phenotypic plasticity and selection in *Drosophila* life-history evolution. I. Nutrition and the cost of reproduction, J.Evo. Biol., (6), 171.

EVİRİM EĞİTİMDE ÖRNEK ÖĞRETİM DESENİ

Ela Ayşe KÖKSAL¹ Harika Özge ARSLAN²

¹ Niğde Üniversitesi İlköğretim Fen Eğitimi Bölümü, Niğde

elaaysekoksak@hotmail.com

² Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Bölümü, Van

harikaozge@yahoo.com

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, daha önce yapılmış çalışmalara dayanarak evrim öğretiminde kullanılması öngörülen çeşitli yöntemler ışığında ülkemizde uygulanan ilk ver orta dereceli okul programdaki bulunan fen ve biyoloji derslerinde yer alan evrim konusu için örnek bir öğretim deseni hazırlamaktır. Ülkemizde evrim konusunda yapılan çalışmalar azınlıkta olup, bu çalışmalar öğrencilere evrim konusunun nasıl öğretilmesi gerektiği üzerine değildir.

Çalışmamızda öğretim deseni hazırlanırken, ülkemizde evrim eğitimi konusunda yeterli çalışma bulunmadığı için yurtdışı kaynaklı çalışmalardan ve kitaplardan öğretim yöntemi, strateji ve etkinlikleri geliştirmede yararlanılmıştır. Ayrıca bu kaynaklar, öğrencilerin ve öğretmenlerin evrime yönelik inançları, kavram yanılgıları ve bilgi düzeyleri gibi özelliklerini belirlemede kullanılmıştır. Bu özellikler bir öğretim deseni hazırlanırken değerlendirilmesi gereken önemli faktörlerdendir. Özellikle, öğretmenlerin evrim konusuna bakış açıları ve fikirleri onların ders anlatmalarını ve öğrencilerin bakış açılarını etkilemektedir. Bu nedenle bu çalışma öğretmenlerin çeşitli yöntemleri ve etkinlikleri kullanmalarına yardım edecek bir öğretim deseni sunması bakımından önemlidir. Çünkü öğretmenlerin evrimi uygun şekilde işlemeleri, öğrencilerin evrime bakış açıları ve onu doğru olarak anlamalarında önemli bir etkidir.

GİRİŞ

Evrim kavramı dünya üzerindeki yaşamın tarihini, canlılar arasındaki ilişkileri ve yaşamın fiziksel çevreye bağımlı olduğunu anlamayı sağlayan bütünleştirici bir ilkedir. Evrimin nasıl gerçekleştiği hala açık olmasa da, kavram olarak o kadar iyi kurulmuştur ki çoğu biyolojik bilgiyi bir bütün halinde tutan bir çatı olarak görev yapar (AAAS, akt. Clough, 1994). Evrim yaşamın nasıl oluştuğu, canlılar arasındaki akrabalık ve çeşitliliği açıklayan bir teoridir.

Aslında biyolojideki pek çok soruya evrimden bahsetmeden yalnız kalıtım, bitki fizyolojisi, hatta aerodinamik bilgileriyle hemen cevap verilebilir, ancak olayların nasıl oluştuğuyla ilgili daha ayrıntılı sorulara cevap vermek için evrim kavramı gereklidir (National Academy of Sciences, 1998, 1). Çünkü evrim kavramı biyoloji alanında yöneltilecek çoğu soruyu açıklayabilecek güce sahiptir (Clough, 1994).

AMAÇ

Bu çalışmanın amacı konu hakkında daha önce yapılmış çalışmalara dayanarak evrim öğretiminde uygulanması öngörülen konu, yöntem, değerlendirme, öğrenci ön-bilgi ve inançları dikkate alarak bunların ışığında ülkemiz ilk ve orta dereceli okullarında okutulan fen ve biyoloji derslerinde yer alan evrim konusu için örnek bir öğretim deseni hazırlamaktır.

Öğretim deseni öğretme ve öğrenme ile ilgili bilimsel verileri öğretim uygulaması haline dönüştürmektir (Alkan, akt. Karadeniz, Karataş ve Kılıç, 2004). Bu süreçte aşağıda belirtilen aşamalar yer almaktadır (Lee & Owens; Horton, akt. Karadeniz, Karataş ve Kılıç, 2004):

- a. İhtiyaç analizi: Öğretimin neden yapılması gerektiğini belirleme.
- b. İhtiyaçların Tanımlanması: Öğrencilerin kazanması gereken bilgi ve becerileri tespit etme.
- c. Tasarım: Dersin giriş; içerik sunumu; alıştırma ve etkinlikler; öğretim-öğrenme yöntemi, strateji; araç ve ortamlar ile değerlendirme basamaklarını planlama.
- d. Geliştirme ve Test etme: Ders planının eğitimciler tarafından değerlendirilerek uygulamaya hazır hale getirme ve pilot uygulaması yapma.
- e. Yayınlama: Denemesi yapılmış olan dersin gözden geçirip yayınlama.
- f. Değerlendirme: Öğrenci kazanımlarını ölçerek dersin etkililiğine karar verme.
- g. Düzenleme: Değerlendirme sonuçlarına göre dersi tekrar gözden geçirme.

LİTERATÜR TARAMASI

A. Evrim Eğitiminde Önerilen Konular

Evrime eğitiminde evrimi bütün bir kavram olarak vurgulayan 8 kavram belirtilmiştir (National Research Council, akt. Skoog & Bilica, 2002). Bu kavramlar şunlardır:

1. Türler zaman içinde evrimleşir.
2. Türleşme.
3. Canlıların çeşitliliği.
4. Ortak bir ataya sahip olma.
5. Evrime deliller.
6. Doğal seçim.
7. Evrimin hızı ve yönü.
8. İnsanın evrimi.

B. Evrim Eğitiminde Önerilen Yöntemler

Amerikan Ulusal Eğitim Standartları (NSES), evrim eğitiminde öğretim yöntemi olarak sorgulayıcı-araştırmanın kullanılmasını, bilimsel yöntemle ilgili bilgi, beceri, tutum ve değerlerin öğretim-öğrenme sürecine katılmasını ve bilimsel materyalin kavramsal ve tarihsel olarak öğretilmesini önermektedir (Lee & Paik akt. Donnely & Boone, 2007). Ayrıca bilim tarihi (Duveen & Solomon akt. Donnely & Boone, 2007, Jensen & Finley, 1995), öğrenci merkezli öğrenme (Demastes et al. akt. Donnely & Boone, 2007) ve alternatif kuramların değerlendirilmesi (Passmore & Steward ve Zuzowsky akt. Donnely & Boone, 2007) de öğrencilerin evrim anlayışlarını geliştirmede araştırmacılar tarafından önerilen diğer yöntemlerdendir.

Evrime kuramı geleneksel olarak sınıfta verilmektedir ve doğası gereği uygulamalı çalışma yapmaya izin vermez. Dolayısıyla öğrenciler dersleri sıkıcı bulurlar (Jenson & Finley akt. Besterman & Baggott la Ville, 2007). Öğrencilerin evrimin ilkelerini anlamaları için ilgilerini çekmek ve güdülerini artırmak için insan evrimi konusundan yararlanılabilir. Örneğin doğal seçim konusu anlatılırken zekânın evrimi ve Neanderthallerin

(mağara adamları) yok olması verilebilir. Neanderthallerin yok olmasıyla ilgili kuramlar konuyla ilgilenen öğrenciler için bir proje konusu olabilir (Besterman & Baggott la Ville, 2007). Ayrıca, insan evrimi konusunda ikili adlandırma kurallarından bahsedilip şu örnek verilebilir: “Homo insan, -ensis son eki de –den anlamına gelir. Dolayısıyla *Homo neanderthalensis* Almanya’daki Neanderthal insanı anlamına gelirken, *Homo ergaster* ise işçi insan anlamına gelmektedir, çünkü bu tür taştan yapılan araç-gereçleri kullanmıştır” (Besterman & Baggott la Ville, 2007).

Öğretim yöntemlerinin seçilmesinde öncelikli olarak öğrencilerin önbilgileri ve inançları dikkate alınmalıdır.

C. Öğrencilerin Ön-Bilgileri

Öğrencilerin fen ile ilgili konulardaki düşüncelerini araştıran çalışmalar, onların konu hakkında sahip oldukları bilgilerin öğretmen tarafından konunun nasıl anlatılması gerektiğine yardımcı olacağını göstermiştir. Dolayısıyla öğretmenin öğrencilerinin derse bu ön-bilgilerle geldiklerini düşünmesi gerekmektedir (Alabaladejo & Lucas, 1988).

Evrim konusunda öğrencilerin ön-bilgilerini araştıran çalışmalar ortaöğretim ve üniversite düzeylerinde yapılmıştır. Ortaöğretim düzeyindeki öğrencilerin türlerin gelişimi ile ilgili olarak “Dünyada farklı yaşam şekillerinin oluşmasını sağlayan ilkeler nelerdir?”, “Türler nasıl oluştu?” ve “Neden çok fazla tür var?” sorularına cevapları incelendiğinde (a) tür ve birey düzeyinde, (b) yalnız tür düzeyinde ve (c) yalnız birey düzeyinde olmak üzere üç düzeyde açıklama yapıldığı görülmüştür. Açıklamalar en çok tür düzeyinde yapılmıştır:

1. Tür ve Birey Düzeyinde: Türler, mutasyonlar sonucu tür içi varyasyonların olmasıyla oluşur ve türler doğal seçilimin gerçekleşmesiyle oluşur şeklindeki iki yönlü açıklamalar.
2. Tür Düzeyinde: Türler; türdeki mutasyonlarla, türün tamamının adaptasyonu, doğal seçilimiyle ve yok olmasıyla veya türler arasındaki çiftleşmelerle oluşur şeklindeki açıklamalar.
3. Birey Düzeyinde: Türler, bireylerin gelişimi ve/veya adaptasyonu ile oluşur şeklindeki açıklamalar.

Öğrencilerin cevapları incelendiğinde birey ile tür arasındaki ayrımı yapamadıkları görülmüştür. Dolayısıyla öğrencilerin Evrim Teorisi’ni anlamalarındaki güçlük onların genetik konularını anlamalarındaki zorluktan kaynaklanmaktadır. Öğrencilerin evrim konusundan önce genetik konusunda eğitilmeleri onların evrim konusundaki mekanizmaları özellikle tür içi varyasyonun evrimdeki rolü anlamalarına yardım edecektir (Haldén, 1988). Ülkemizde uygulanan ilk ve ortaöğretim müfredatlarında bu yaklaşıma uygun olarak evrim konusu genetik konusundan sonra verilmektedir (Bkz. Tablo 1).

Lise düzeyinde öğrencilerin evrim konusunu öğrenmelerini etkileyen karmaşık bir yapı vardır. Örneğin, öğrencilerin evrimle ilgili ön bilgileri, bilimsel epistemoloji, biyolojik dünya görüşü, dini yönelim, evrim kuramını kabul etme ve bilimsel yönelim yani yaşamını bilimsel etkinlikler etrafında düzenleme, doğal dünyayı fiziksel nedensellik yoluyla anlama ve bilimsel bir bakışla doğal olayları açıklama (Demastes et al. akt. Alters & Nelson, 2002) kavramsal değişim sürecinde etkili olan faktörlerdendir (Alters & Nelson, 2002).

Üniversitede de öğrencilerin önbilgileri öğrenmede etkilidir. Üniversite düzeyinde görülen kavram yanılgıları 5 gruptur (Alters & Nelson, 2002):

1. Deneyimden Kaynaklanan Kavram Yanılgıları: Öğrencilerin günlük deneyimlerinden bilinçli ya da bilinçsiz olarak kazandıkları kavram yanılgılarıdır. Örneğin mutasyonlar uyum sağlamayı her zaman olumsuz etkiler.

2. Öğrenci Tarafından Oluşturulan Kavram Yanılgıları: Öğrencilerin yeni karşılaştıkları bilgi hali hazırda bildikleriyle (kavram yanılgısı) çatışırsa, genellikle yanlış bildiklerini değiştirmek yerine yeni bilgiyi sahip oldukları eski bilgilerinin çerçevesine uydurur. Örneğin evrimin gelişimciliğini yani nihai amacın insan olma şeklinde olduğunu düşünen bir öğrenci, doğal seçim kavramıyla karşılaştığında doğal seçilimin bu amaçla çalıştığını düşünecektir.

3. Öğretilen ve Öğrenilen Kavram Yanılgıları: Aile ve diğer kişiler örneğin öğretmenler tarafından öğretilmiş ya da bilim-kurgudan öğrenilmiş bilimsel olmayan gerçeklerdir. Üniversite öncesinde verilen eğitimde geçen Lamarck'ın kazanılmış özelliklerin kalıtımı fikri ya da film, kitap ve çizgi filmler gibi basılı ve görsel materyallerde dinozorlar ile insanların beraber bulunması örnek olarak verilebilir. Ayrıca Linhart, evrimin biyoloji, ekoloji, genetik, paleontoloji ve sistematik alanındaki üniversite ders kitaplarının evrim kavramlarını doğru olarak vermediğini belirtmiştir.(akt. Alters & Nelson, 2002)

4. Dilden Kaynaklanan Kavram Yanılgıları: Bir kelimenin bilimde kullanımıyla günlük yaşamdaki kullanım farklılığından kaynaklanır. Örneğin bazı öğrenciler, teori ile kanun arasındaki farkın teorinin bir hipotez olup birçok defa test edildiği, kanunun ise bilimsel bir gerçek olduğu çünkü çok defa başarılı olarak test edildiğini düşünmektedirler. Böylece öğrenciler evrimi bir kanun olmayıp bir kuram olduğu için, kanuna göre daha alt bir kategoriye dâhil ederler. Teori ile kanun kelimelerinin anlamıyla ilgili bu kavram yanılgıları dildeki kullanım ile de desteklenmektedir. Günlük dildeki kullanımıyla teori, gerçek olmayan ve delili olmayan ya da çok az olan bir tahmindir.

5. Dini ve Efsane Temelli Kavram Yanılgıları: Bazı öğrenciler dini/Lamarckçı anlayışa sahiptir yani evrimsel değişimi ihtiyaca bağlarlar. Örneğin eğer çitalar yemek için hızlı koşmaya ihtiyaç duyuyorlarsa, doğa onların hızlı koşma becerilerini geliştirir. Öğrencilerin organizmaların ortak bir ataya sahip olmadıkları şeklindeki görüşlerinin de kaynağı budur.

D. Öğrencilerin İnançları

Evrin teorisine gösterilen direncin büyük bir kısmı evrimin ve hayatın kökenlerini araştırmanın aynı anlama geldiği şeklindeki yanlış bir görüşten kaynaklanmaktadır. Yaratılış görüşünü benimseyenler ve genel olarak toplum bu kavram yanılgısına sahiptir. Yaşamın nasıl oluştuğu çok ilginç ve kurgusal bir bilimsel problemdir. Fakat biyolojik evrim, hayatın kökenini incelemeyi

“Evrin yaşamın başlangıcından sonra oluşan organik değişimin yollarını ve mekanizmalarını inceler.”

(Gould akt. Clough, 1994)

Clough (1994), evrim konusunu öğretirken bu ayrımı yapmanın öğrencilerin çoğunluğunun evrime olan direncini kırdığını belirtmiştir.

Öğrenci inanç bakımından evrim- yaratılış tartışmasına tarafsız (evrimci ya da yaratılışçı inancı benimsemiş ise) bilim insanlarının sorgulama yoluyla sonuca ulaşabildiklerini anlamaktan uzaktırlar (Bishop&Anderson, 1990).

Öğrenciler evrim konusunu bu kuramın işlevselliği vurgulandığında daha iyi öğreneceklerdir. Dolayısıyla kuramın nasıl işlediği (tahmin etmesi, açıklaması ve sonraki çalışmalar için bir çerçeve oluşturması) gösterilerek bu amaca ulaşabilir (Clough, 1994).

E. Ülkemizde Evrim Eğitimi

Ülkemizdeki ilköğretim okullarında halen iki değişik fen öğretim programı uygulanmaktadır. Bu programlar 2000 ve 2004 yılı programları olarak bilinmektedir. Evrim konusu her iki programda 8.sınıf konuları içerisinde yer almaktadır. Ortaöğretimde ise evrim konusu 11. sınıf Biyoloji dersi öğretim programında yer almaktadır. 2000 ve 2004 yılı ilköğretim fen bilgisi/fen ve teknoloji programlarında ve biyoloji programında evrim konusunun yer alışı (MEB, 2000; MEB, 2004; MEB, 1997) aşağıdaki tabloda özetlenmiştir.

Tablo 1. Evrim konusunun fen ve biyoloji programlarındaki yeri

	8. Sınıf Fen Bilgisi	8. Sınıf Fen ve Teknoloji	11. Sınıf Biyoloji
Programın uygulanmaya başladığı yıl	2000	2004	Lise
Öğrenme Alanı	-	Canlılar ve Hayat	-
Ünite	Genetik	Hücre Bölünmesi ve Kalıtım	Hayatın Başlangıcı ile İlgili Görüşler
Konular	Dünyada Benzersiz Olduğunu Biliyor musun? 1. Seni Sen Yapan DNA Molekülü *Canlıların Çeşitliliği *Canlı Çeşitlerinin Farklılık, Benzerlik ve Değişmelerine Örnekler *Milyonlarca Yıldan Bugüne Türlerde Değişmeler Oldu mu?	Adaptasyon ve Evrim	I. Hayatın Başlangıcı ile İlgili Görüşler A. Kendiliğinden Oluş (Abiyogenez) Görüşü B. Panspermia Görüşü C. Ototrof Görüşü D. Heterotrof Görüşü E. Yaratılış Görüşü II. Canlıların Evrimi ile İlgili Görüşler Lamarck'ın Evrim ile İlgili Görüşleri Darwin'in Evrim ile İlgili Görüşleri
Davranış/ Kazanım	1. Çevresel faktörler karşısında canlının taşıdığı özelliklerle ortamdaki mücadelesine örnekler verir. 2. Türdeki bireylerin taşıdıkları özellikleri ile çevre koşullarına karşı verdikleri savaşı fark eder. 3. Taşıdığı kalıtsal özelliklerle canlının çevreye uyumunu örneklerle açıklar. 4. Evrimin türdeki değişmeler olduğunu belirtir. 5. Bilimsel tarih boyunca bilim adamları tarafından farklı görüşlerle evrimin nasıl olduğuna ilişkin açıklamalara örnekler verir.	1. Canlıların yaşadıkları çevreye adaptasyonlarını örneklerle açıklar. 2. Aynı yaşam alanında yaşayan farklı organizmaların neden benzer adaptasyonlar geliştirdiğini belirtir. 3. Canlıların çevresel değişimlere adaptasyonlarının biyolojik çeşitliliğe ve verime katkıda bulunabileceğine örnekler verir. 4. Evrim ile ilgili farklı görüşlere örnekler verir.	Hedef 1. Hayatın başlangıcı ile ilgili görüşler bilgisi. . Davranışlar 1. Aristo'nun kendiliğinden oluş (Abiyogenez) görüşünün ne olduğunu söyleme/yazma. 2. Panspermia görüşünün ne olduğunu söyleme yazma. 3. Ototrof görüşünün ne olduğunu söyleme yazma.. 4. Heterotrof görüşünün ne olduğunu söyleme yazma. 5. Yaratılış görüşünün ne olduğunu söyleme yazma. Hedef 2. Evrim ile ilgili görüşler bilgisi. Davranışlar 1. Lamarck'ın evrim ile ilgili görüşlerinin ne olduğunu söyleme yazma. 2. Darwin'in evrim ile ilgili görüşlerinin ne olduğunu söyleme yazma.

BULGULAR

Evrimsel Ders Planı

Dersin Süresi: 40+40=80 dakika

Derste Kullanılacak Yöntemler: Kavramsal değişim yöntemi, grup çalışması, tartışma, sorgulayıcı-araştırma yöntemi.

Derste Kullanılacak Araç-Gereçler: Kavramsal değişim metni, etkinlik kağıtları, tepegöz, tahta

Dersin Aşamaları:

Öğrencilere dersin öncesinde aşağıdaki sorular ilgi çekmek, öğrencilerin ön bilgilerini ve kavram yanılgılarını dile getirmeleri amacıyla sorulur:

1. Sizce dünyada yaşam nasıl meydana geldi?
2. Sizce ilk canlılar nasıldı? Bunlarda da değişiklik oldu mu? Dinozorlar nasıl yok oldu?
3. İlk insandan bugüne kadar insan türünde değişiklik oldu mu?
4. Sizce aynı türe ait bireylerde görülen değişikliğin sebebi nedir?
5. Sizce canlıların bu kadar çeşitli olmasının nedeni nedir?
6. Canlılar arasında bir akrabalık var mıdır? Hangi canlılar birbiriyle akraba olabilir?

Öğrencilerin cevapları dinlendikten sonra dersin amaçları ve nasıl işleneceği açıklanır.

Daha sonra kavramsal değişim metni dağıtılarak öğrencilere evrim teorisi ile ilgili kavram yanılgıları ve temel 8 kavram tanıtılır. Kavramsal değişim metnindeki her bir kavram farklı bir öğrenci tarafından okunurken öğretmen, öğrencilerden adı geçen evrim kavramlarına birer örnek vermelerini ister ya da o kavramla ilgili bir etkinlik yaptırır. Bu sayede öğrencilerin kavramları daha iyi anlamaları ve kavram yanılgılarını giderilmesi sağlanmaya çalışılır. Aynı zamanda öğretmen öğrencilerin bu kavramlarla ilgili düşüncelerini sorarak bunların sınıfça tartışılmasına da rehberlik eder.

Evrimsel kuramının temel kavramlarından bazılarıyla ilgili örnek etkinlikler şunlardır:

1. Türler zamanla evrimleşmişlerdir.
2. Türleşme (Örnek etkinlik: Galapagos İspinozları)
3. Canlıların çeşitliliği (Örnek etkinlik: Fındık Tohumunda Varyasyon)
4. Ortak bir atadan meydana gelme.
5. Evrime Deliller (Örnek etkinlik: Farklı Canlıların Sitokrom-c Amino Asit Dizilerinin Karşılaştırılması)
6. Doğal seçim (Örnek etkinlik: Kürdan Balık)
7. Evrimin hızı ve yönü.
8. İnsanın evrimi (Örnek etkinlik: İnsan Kafataslarının Karşılaştırılması)

Etkinlikler, bildirinin ekler kısmında belirtildiği şekillerde sınıfta uygulanacaktır. Öğretmen öğrencilerin performanslarını etkinlikler boyunca gözlemleyecek ve onlara gerek ders esnasında gerekse ders haricinde geri bildirimde bulunacaktır. Öğretmen genel olarak öğrencilerin eksik olduğunu gördüğü kavramları tekrarlayarak pekiştirecektir. Öğrencilerin kavramlar arasındaki ilişkileri anlayabilmeleri ve özet yapmak amacıyla kavram haritası yönteminden yararlanılabilir. Ayrıca öğretmen ünite (8. sınıf için Genetik/Hücre Bölünmesi ve Kalıtım

ile 11. sınıf için Hayatın Başlangıcı ile İlgili Görüşler) sonunda hazırlamış olduğu testi uygulayabilir, sonuçlara göre de öğrencilere geri-bildirimde bulunabilir, gerekli konuları tekrar açıklayabilir.

SONUÇ

Evrım konusuna programda ayrılan yer ve süre etkili öğretimi sınırlandıran bir sorundur. Konu olarak 8. ve 11. sınıfların ikinci döneminin sonunda verilen evrim, bu yaş düzeyi öğrencilerin OKS ve ÖSS sınavları nedeniyle okulda olmadıkları zamanda verilmektedir. Süresi itibariyle de 2 ders saati evrim konularının tam olarak kavranması için yeterli değildir.

Diğer taraftan öğretmenlerin ve öğrencilerin ön bilgileri ve inançları evrim eğitiminin işlenişini etkilemektedir. Bu nedenle kavram değişim metinlerinden faydalanması uygundur.

Ayrıca öğrencilerin farklı etkinliklerle problem çözme, eleştirel düşünme, bilimsel süreç becerilerinin öğretim-öğrenme sürecine katılması evrimin daha iyi öğrenilmesini sağlar.

KAYNAKÇA

- Alters, B. J. & Nelson, C. E. (2002). Perspective: Teaching Evolution in Higher Education. *Evolution International Journal of Organic Evolution*, 56 (10), 1891-1901.
- Besterman, H. & Baggott la Ville, L. (2007). Using Human Evolution to Teach Evolutionary Theory. *Journal of Biological Education*, 41 (2), 76-81.
- Clough, M. P. (1994). Diminish Students' Resistance to Biological Evolution. *The American Biology Teacher*, 56 (7), 409-415.
- Donnelly, L. A., & Boone, W. J. (2007). Biology Teachers' Attitudes Toward and Use of Indiana's Evolution Standards. *Journal of Research in Science Teaching*, 44 (2), 236-257.
- Glanzer, P. (1998). Religion in Public Schools. In Search of Fairness. *Phi Delta Kappan*, November 1998, 219-222.
- Karadeniz, Ş., Karataş, S. ve Kılıç, E. (2004). Öğretim Amaçlı İnternet Ortamlarının Tasarımı ve İlkeleri. *Milli Eğitim Dergisi*, Kış 2004, Sayı: 161. <http://yayim.meb.gov.tr/dergiler/161/karatas-kilic.htm> adresinden 2 Mayıs 2007 tarihinde alınmıştır.
- MEB (1997). 11.sınıf öğretim programı. (Karar Tarihi 23/12/1997) <http://ttkb.meb.gov.tr/indir/ttkb/programlar/lise/Biyoloji3.pdf> adresinden 13 Nisan 2007'de indirilmiştir.
- MEB (2000). İlköğretim Okulu Fen Bilgisi Dersi (4, 5, 6, 7, 8. Sınıf) Öğretim Programı. (Karar Tarihi 13/10/2000) *Milli Eğitim Bakanlığı Tebliğler Dergisi*, Kasım 2000, 2518, 1091-1093.
- MEB (2004). İlköğretim Fen ve Teknoloji Dersi Öğretim Programı ve Kılavuzu 6-7-8. Sınıflar (Taslak Basım) T.C. Milli Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı. Ankara, 2005. 285-303.
- National Academy of Sciences (1998). Teaching About Evolution and the Nature of Science. National Academy Press, Washington, DC.
- Skoog, G. & Bilica, K. (2002). The Emphasis Given to Evolution in State Science Standards: A Lever for Change in Evolution Education? *Science Education*, 86, 445-462.

Etkinlik Kaynakçası:

Kavramsal Değişim Metni

İrez, S. (2007) 4 Mayıs 2007 tarihinde yapılan kişisel iletişim Kavram Yanılgısı 1'in açıklamasının oluşturulmasında yararlanılmıştır.

National Academy of Sciences (1998). Teaching About Evolution and the Nature of Science. National Academy Press, Washington, DC.

Galapagos İspinozları

BSCS (1985). Biological Science: A Molecular Approach. 5th Edition. D.C. Heath & Company, Lexington. s. 79

Anderson, D. L., Fisher, K. M., & Norman, G. J. (2002). Development and Evaluation of the Conceptual Inventory of Natural Selection. *Journal of Research in Science Teaching*, 39 (10), 952–978.

Fındık Tohumunda Varyasyon

Holt Biosources Lab Program: Laboratory Techniques C1 (Anonim). Analyzing Amino-Acid Sequences to Determine Evolutionary Relationships, p.88.

<http://teachers.greenville.k12.sc.us/sites/sahn/Shared%20Documents/Amino%20Acid%20evolution%20lab%20student.pdf> adresinden 30 Nisan 2007 tarihinde alınmıştır.

Keeton, W. T., Gould, J. L.(1999), Genel Biyoloji. Editörler, A. Demirsoy, İ. Türkan, Palme Yayıncılık s. 524.

Kürdan Balık

Toothpick Fish (2001). A Middle School Activity for Teaching Genetics and Environmental Science.

<http://genetics-education-partnership.mbt.washington.edu/download/toothpickfish.pdf> adresinden 29 Nisan 2007 tarihinde alınmıştır.

İnsanın Evrimi

Nickels, M. (1999). Hominid Cranium Comparison (The "Skulls" Lab)

<http://www.indiana.edu/~ensiweb/lessons/hom.cran.html> adresinden 29 Nisan 2007 tarihinde alınmıştır.

EKLER

EVİRİM TEORİSİ KAVRAMSAL DEĞİŞİM METNİ

EvrİM yaşamın nasıl oluştuğunu, canlılar arasındaki akrabalık ve çeşitliliği açıklayan bir teoridir.

Teoriler doğal olaylara getirilen, test edilebilen gözlemlere ve hipotezlere dayanan mantıksal açıklamalardır. Evrimin olduğu bir gerçektir, çünkü çoğu kez test edilmiş ve gözlenmiştir.

Evrimi bir bütün olarak vurgulayan sekiz kavram aşağıda yer almaktadır:

1. Türler zaman içinde evrimleşir: Çevre ve genetik etkenlerden dolayı tür içinde zamanla değişim görülür.
2. Türleşme: Bir tür içinde zamanla oluşan modifikasyonlar sonucunda daha önce ilişkili olan türler birbiriyle döllenemez. Jeolojik ve genetik izolasyon türleşmeye neden olan süreçlerdir.
3. Canlıların çeşitliliği: Geniş bir ekolojik kapsamda düşündüğümüzde dünyada farklı canlıların bulunması türlerin zaman içinde evrimleşmelerinin doğrudan bir sonucudur.
4. Ortak bir ataya sahip olma: Canlıların bazı ortak özelliklerinin olması ortak bir ataya sahip olmalarından kaynaklanır.
5. Evrime deliller: Evrimin moleküler, anatomik ve genetik delilleri vardır. Evrim türler arasındaki fosil kayıtları, genetik ve anatomik benzerlikleri bilimsel olarak açıklar.
6. Doğal seçim: Evrimin gerçekleştiği mekanizmadır. Doğal seçim popülasyon, varyasyon ve mutasyon ile hayatta kalma kavramlarını içerir.
7. Evrimin hızı ve yönü: Evrimin devamlı veya durağan olduğu şeklinde iki görüş vardır. Evrim bir türü etkileyen çevresel ve genetik faktörler sonucunda gerçekleşir ve bu faktörler zamanla değişmektedir. Dolayısıyla evrim belirlenen bir doğrultuda ya da ilerlemede gerçekleşmez.
8. İnsanın evrimi: İnsanlar evrime uğramışlardır. İnsanlar diğer organizmalar gibi türlerdeki değişimi içeren evrimsel bir tarihe ve ortak özelliklere sahiptir.

Kavram Yanılgısı 1: “EvrİM teorisi delil arttıkça kanun haline dönüşür.”

EvrİM teorisi deliller arttıkça bir kanun haline dönüşmeyecektir (çünkü teoriler hiçbir zaman kanunlara dönmez). Teoriler doğal olayları açıklarken, kanunlar doğal olayları tarif eden genellemelerdir.

Kanunlar teorilere destek noktalarıdır. Hem kanunlar hem de teoriler bilimin doğasına uygun olarak yeni bilgilere ve gözlemlere bağlı olarak değişebilirler.

Teoriler gözlem ve deneysel çalışma sonuçlarıyla desteklenmektedir. Teoriler gözden geçirilebilir hatta yeni delillerin ışığında değişebilir.

Kavram Yanılgısı 2. “EvrİM teorisini kabul etmek dinsizlik demektir.”

Din ve bilim iki farklı alandır. Evrimin teorisi dini açıklamaları çürütmek ya da ona karşı açıklamalar getirmek amacıyla ortaya atılmamıştır.

Kavram Yanılgısı 3. “Bilim insanları evrim kavramına karşıdır.”

Bilim insanları evrimin varlığına karşı olmayıp sürecin açıklanma şekline karşı olabilirler.

Kavram Yanılgısı 4: “Böcek öldürücüler ilk defa kullanıldıklarında sinekleri öldürmekte çok etkiliydiler. Fakat bugün bu böceklerin sadece bir kısmı ilaçlandıklarında ölmektedir. Bunun nedeni böceklerin, böcek öldürücülere direnç gösterme ihtiyaçları nedeniyle değişime uğrayarak bu ilaçlara direnç kazanmaları ve kazandıkları direnç özelliğini yavru döllere aktarmalarıdır.”

Öğrencilerin bu düşünceleri, Lamarck’ın Kazanılan Özelliklerin Kalıtımı olarak adlandırılan görüşüne paralellik göstermektedir. Aslında sorudaki durum şu şekilde açıklanmalıdır: Böcek popülasyonunda böcek öldürücülere dirençli bireyler, böcek öldürücülere dirençli olmayan diğer bireylere göre yaşamlarını daha fazla devam ettirebildiklerinden ve daha fazla yavru döl oluşturdıklarından popülasyon içindeki sayıları zamanla artmıştır.

TÜRLEŞME

Öğretmen Kağıdı

Etkinlik: Galapagos İspinozları

Bu etkinlikte Galapagos adalarında yaşayan ve ortak bir türden evrimleşen 14 ispinoz tanıtılacak ve öğrencilerin türleşme ile doğal seçim konularındaki bilgileri sınanacaktır.

Etkinliğin Amacı: Öğrencilerde bir tür içinde daha önce ilişkili olan bireylerin jeolojik ve genetik izolasyon ve çevresel faktörlerin etkisiyle zamanla farklı türler haline dönüştüğü kavramını oluşturmaktır.

İlgili Kavramlar:

Adaptasyon ve mutasyon

Öğrenci Kazanımları:

Adaptasyon, modifikasyon ve mutasyon terimleri arasındaki ilişkiyi anlama

Adaptasyonun türleşmedeki etkisini kavrama

Materyaller:

Galapagos İspinozları başlıklı yazı ve sorular

Öğretim Stratejisi:

Öğretmen Galapagos İspinozları ile ilgili örnek soruları sınıfta çözdürerek öğrencilerin belirtilen durumlarda türlerde hangi değişmelerin olacağını tahmin etmelerine yardım eder.

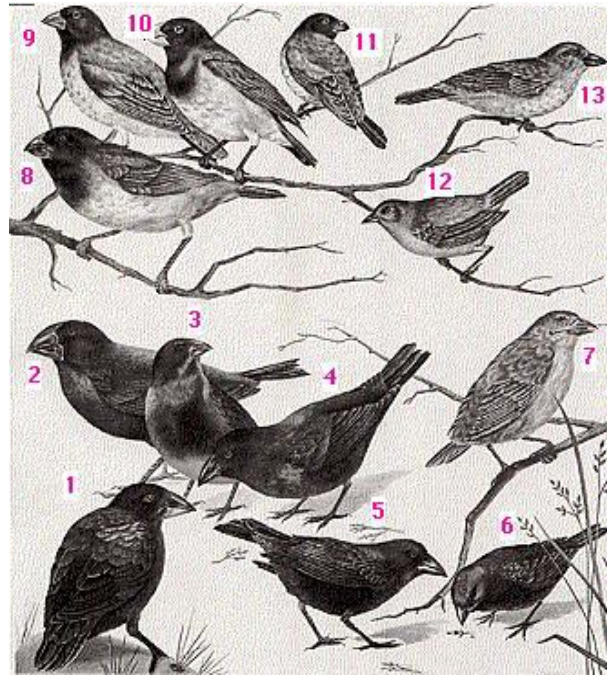
Öğrenci Kağıdı

Galapagos İspinozları

Bilim insanları uzun zamandır Galapagos adalarındaki 14 ispinoz türünün adaya 1-5 milyon yıl önce göç etmiş bir tür ispinozdan evrimleştiğine inanmaktadırlar. Son DNA analizleri Galapagos adalarındaki ispinozların çalı bülbülü ispinozundan (Şekil 1’de, 12 numara) evrimleştiği sonucunu desteklemektedir. Kuşlar farklı adalarda yaşamaktadırlar. Örneğin, ortaboy yer ispinozu ve kaktüs ispinozları aynı adada yaşamaktadır. Büyük kaktüs ispinozu ise bir başka adayı işgal etmiştir. İspinozlardaki başlıca farklılık aşağıdaki şekilde de görüldüğü gibi gaga boyutları ve gaga şekillerindedir.

Şekilde 1-7 numaralı yer ispinozları besinlerini yerde yada kısa boylu çalılar arasında ararlar. 8-13 numaralı ağaç ispinozları çoğunlukla böceklerle beslenir.

Şekil 1. Galapagos İspinozları



1. Büyük Kaktüs İspinozu (*Geospiza conirostris*)
2. Büyük Yer İspinozu (*Geospiza magnirostris*)
3. Ortaboy Yer İspinozu (*Geospiza fortis*)
4. Kaktüs İspinozu (*Geospiza scandens*)
5. Sivri Gagalı Yer İspinozu (*Geospiza difficilis*)
6. Küçük Yer İspinozu (*Geospiza fuliginosa*)
7. Ağaçkakan İspinozu (*Cactospiza pallida*)
8. Otçul Ağaç ispinozu (*Platyspiza crassirostris*)
9. Ortaboy Ağaç İspinozu (*Camarhynchus pauper*)
10. Büyük Ağaç İspinozu (*Camarhynchus psittacula*)
11. Büyük Ağaç İspinozu (*Camarhynchus parvulus*)

12. Çalı Bülbülü İspinozu (*Certhidia olivacea*)

13. Mangrove İspinozu (*Cactospiza heliobates*)

Not: Şekil BSCS, 1985, s. 79'dan alınmıştır.

Sorular

Evrimi savunan bir biyologun vereceği cevabı en iyi şekilde yansıtan şıkkı seçiniz.

1. Bir çift ispinoz onlarla beslenen canlının olmadığı ve besinin sınırsız olduğu yani tüm bireylerin hayatta kalabileceği ideal koşullara sahip bir adaya bırakılırsa ne olur? Yeteri kadar zaman geçtiğinde:

a. İspinoz popülasyonu sabit kalır çünkü sadece kendilerinin yerine geçecek kadar yavru meydana getirirler.

b. İspinoz popülasyonu ikiye katlanır sonra öncekine oranla sabit kalır.

c. İspinoz popülasyonu çarpıcı şekilde artar.

d. İspinoz popülasyonu yavaş yavaş büyür ve sonra aynı seviyede kalır.

2. Galapagos adalarındaki ispinozlar besine ve suya ihtiyaç duyarlar.

a. Besin ve su kıtlığı olduğunda, bazı kuşlar hayatta kalmalarına yetecek besin ve suyu bulamayabilirler.

b. Besin ve su kısıtlı olduğunda, ispinozlar başka besin kaynakları bulabilirler, yani besin her zaman yeterlidir.

c. Besin ve su kıtlığı olduğunda, bütün ispinozlar daha az beslenir ve daha az su içerler böylece hayatta kalırlar.

d. Galapagos adalarında her zaman ispinozların ihtiyaçlarını karşılamaya yetecek kadar su ve besin

vardır.

3. Bir adada yıllardır bir ispinoz popülasyonu,

- a. süratle büyümeye devam eder.
- b. bazı iniş çıkışlarla nispeten sabit kalır.
- c. her yıl çarpıcı şekilde artar ve azalır.
- d. sürekli azalır.

4. Bu ispinoz popülasyonunda, zamanla meydana gelen başlıca değişiklikler nelerdir?

- a. Popülasyondaki her bir ispinozun özelliği zamanla değişir.
- b. Popülasyonda farklı özelliğe sahip ispinozların oranı değişir.
- c. İspinozların öğrendiği yararlı davranışlar yavru döllere aktarılır.
- d. Çevre değiştikçe ispinozların ihtiyaçlarını karşılayacak mutasyonlar meydana gelir.

5. Gaga büyüklüklerine ve şekillerine bağlı olarak, bazı ispinozlar çiçeklerden nektar toplar, bazıları ağaç kabuklarındaki tırtılları, bazıları küçük tohumları ve bazıları büyük kabuklu yemişleri yerler.

Aşağıdaki cümlelerden hangisi ispinozların besin ile ilişkisini en iyi tanımlar?

- a. Bir adada yaşayan ispinozların çoğu besin bulmak için yardımlaşır ve bulduklarını paylaşırlar.
- b. Bir adada yaşayan bir çok ispinoz birbirleriyle savaşırlar ve savaşı fiziksel olarak güçlü olan kazanır.
- c. İspinozların ihtiyaçlarını karşılamaya yetecek miktarda besinden daha fazlası vardır bu nedenle ispinozlar birbirleriyle besin için rekabet etmeye gerek duymazlar.
- d. İspinozlar öncelikle yakın akraba olan yani aynı tür besinler ile beslenen ispinozlarla rekabet ederler ve besin eksikliği nedeniyle ölebilirler.

6. Galapagos ispinozlarında farklı gaga tipleri ilk kez nasıl ortaya çıkmıştır?

- a. İspinozların gagalarının şekillerindeki ve boyutlarındaki farklılık, hayatta kalabilmek için farklı türde besinleri tüketme ihtiyaçları sonucunda meydana gelmiştir.
- b. İspinozların gagalarındaki değişiklik şans eseri olmuştur ve gaga yapıları besin türüyle uyduğunda bu kuşlar daha fazla yavru döle sahip olmuşlardır.
- c. İspinozların gagalarında değişiklik olmuştur çünkü çevre istenen genetik değişiklikleri teşvik eder.
- d. İspinozların gagalarının şekil ve boyutları birbirini izleyen yavru döllerde biraz değişmiştir, bazıları büyümüş bazıları küçülmüştür.

7. İspinozlardaki hangi tip varyasyonlar yavru döllere aktarılır?

- a. İspinozun hayatı boyunca öğrendiği herhangi bir davranış.
- b. İspinozun hayatı boyunca edindiği sadece yararlı olan özellikler.
- c. Genetik olarak belirlenen tüm özellikler.
- d. İspinozun hayatı boyunca çevrenin olumlu olarak etkilediği herhangi bir özelliği.

8. Farklı gaga şekline ve boyutuna sahip kuş popülasyonlarının çeşitli adalara dağılmış ayrı türler olmalarına ne sebep oldu?

- a. İspinozlar oldukça fazla çeşitlidir ve herhangi bir adada beslenmek için özellikleri en uygun olan

kuşlar başarılı bir şekilde çoğalmıştır.

b. Aslında tüm ispinozlar aynıdır ve gerçekte on dört farklı tür yoktur.

c. Farklı adalarda farklı besin türleri bulunuyordu ve bu sebeple, her bir adada ispinozlar ihtiyaçları olan gaga tiplerini zamanla bireysel olarak geliştirdiler.

d. Aynı türden köken alan ispinozlar mevcut besinle beslenmek için farklı gaga tiplerini meydana getirmişlerdir.

CANLILARIN ÇEŞİTLİLİĞİ

Öğretmen Kağıdı

Etkinlik: Fındık Tohumunda Varyasyon

Bu etkinlikte öğrenciler bir torba fındık içerisinde rasgele on adet fındığı seçip ölçecek ve ölçüm sonuçlarını milimetrik kâğıtlara çizecek, birbirleriyle karşılaştıracaktır. Ayrıca etkinliğin ikinci basamağı olarak öğrencilerden kendilerine yemek amacıyla üçer adet fındık seçmeleri istenecek ve bu seçimi neye göre yaptıkları soracaktır. Alınan cevaplar doğal seleksiyonun işlemesine bir örnek olarak açıklanacaktır.

Etkinliğin Amacı: Öğrencilere bir türün bireyleri arasındaki benzerlik ve farklılıkları bulmak ve tür içi varyasyonu kavratmaktır.

İlgili Kavramlar:

1. Çevre koşullarının (besin, su, güneş ışığı, sıcaklık, nem, mekanik etkiler gibi) canlının dış görünüşünde etkisi vardır.
2. Modifikasyon sonucu oluşmuş kalıtsal olmayan çeşitlilikler de oluşabilir.
3. Yapay seçim (insan eliyle istenen özelliklerde bireyler elde etme) doğal seçilimi etkilemektedir.

Öğrenci Kazanımları:

1. Aynı türün bireyleri arasında benzerlik ve farklılıklar olduğunu fark etme.
2. Cetvel kullanma ve ölçme
3. Grafik çizme
4. Yapay seçim mekanizmasını kavrama.

Materyaller

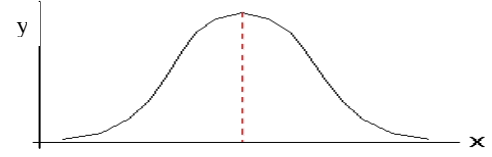
1. Bir torba fındık
2. Cetvel
3. Milimetrik kâğıt

Öğretim Stratejisi:

Bu etkinlikte kullanılan öğretim stratejisi sorgulayıcı araştırmadır. Sorgulayıcı araştırma öğrencilerin bilimsel yöntemde kullanılan basamakları izlemelerini ve bilimsel süreç becerilerini geliştirerek kendilerine verilen problemi çözmelerini sağlayan bir yöntemdir. Öğretmen öncelikle öğrencileri 2–3 kişiden oluşan gruplara ayırır ve her gruba birer avuç fındık dağıtır ve fındıkları incelemelerini ister. Daha sonra şu soruları öğrencilere yöneltir: “Fındıklarınız arasında farklılık görüyor musunuz?” (Öğrenciler fındıkların farklı büyüklüklerde olduklarını kolayca söyler.) “Fındıklar arasındaki farkı nasıl ifade ederiz?” (Öğrenciler fındıkların boyları ölçebileceklerini ya da fındıkları tartabileceklerini söyleyebilir.) Daha sonra öğretmen her gruba birer adet cetvel ve milimetrik kâğıt verir. Öğrenciler fındıklardan 10 tanesinin genişliğini ölçerler ve verilerini düzenlerler. Öncelikle veriler büyükten küçüğe sıralanır, grafik kâğıdına x ve y eksenleri çizilir. Yatay eksene (x) fındıkların genişlikleri, dikey eksene (y) ise fındık numarası yazılarak eksenler isimlendirilir. Her bir fındığın genişliği kesişme noktasına işaretlendikten sonra noktalar birleştirilerek çizgi grafiği elde edilir. Öğrenciler

grafiklerini tamamladıktan sonra gruplara “Bu grafiğin anlamı nedir?” şeklinde soru yöneltilir.

Öğretmen öğrencilerin ölçümleri sonucunda oluşturdukları grafikleri toplar ve kendinde bulunan aşağıdaki gibi bir normal dağılım grafiği ile karşılaştırarak öğrencilere tür içi varyasyonların az çok normal bir dağılım gösterdiğini açıklar.



Normal Dağılım Eğrisi

Etkinliğin ikinci basamağında öğretmen öğrencilerin

yemeleri için 3'er fındık seçmesini istedikten sonra bu seçimi neye göre yaptıkları sorar. Öğretmen öğrencilerin cevapları dinledikten sonra onlara şu soruları yöneltir:

1. Neden doğal seçim fındık büyüklüklerini etkilemiştir?
2. Fındık büyüklüklerindeki farklılıklar neden kaynaklanmaktadır?
3. Sizce fındıkların büyüklüklerindeki değişiklikler türün dağılımına (yayılmasına) nasıl etkide bulunur?
4. Çevre şartları türleri başka ne şekillerde etkiler?

EVİRİME DELİLLER

Öğretmen Kağıdı

Etkinlik: Farklı Canlıların Sitokrom-c Amino Asit Dizilerinin Karşılaştırılması

Bu etkinlikte öğrenciler mitokondri içinde gerçekleşen solunum olayında görev alan protein yapılı sitokrom-c enziminin dokuz türdeki amino asit dizilerini karşılaştıracaktır. Böylece öğrenciler türler arasındaki benzer ve farklı amino asitleri belirler. Amino asit dizilerindeki farklılıklar türler arasında varsayılan evrimsel uzaklıklarla uyumaktadır dolayısıyla birbirine akraba olan türlerde amino asit dizileri birbirine benzerken birbirine uzak türlerin amino asit dizilerinde çok farklılık görülecektir.

Etkinliğin Amacı: Sitokrom-c enziminin aminoasit dizilimindeki benzerlik ve farklılıkları evrime delil olarak sunmaktır.

İlgili Kavramlar:

1. Sitokrom-c enziminin amino asit dizisi tüm türlerde birbirine benzer çünkü hemoglobin ve fibrine göre daha yavaş değişir.
2. Akrabalık ilişkisi olan türlerde sitokrom-c enziminin amino asit dizisindeki değişim genellikle bir amino asitin yerine aynı gruptaki diğer bir amino asitin geçmesi şeklinde olmaktadır. Çünkü aynı gruptaki amino asitler işlevsel olarak aynı özelliktedirler.
3. Sitokrom-c enziminin evrime delili olarak kullanılmasının nedeni solunumun canlıların ortak özelliği olması ve bu enzimin pek çok canlıda ortak olarak bulunmasıdır.
4. Evrime delil olarak sadece amino asit dizilimleri değil kromozom bantları da kullanılabilir.

Öğrenci Kazanımları:

1. Gen-protein-amino asit ilişkisini anlama.
2. Amino asit dizisi terimini kavrama.

3. Türler arasındaki amino asit dizilerindeki benzerlikleri ve farklılıkları belirleme.

4. Yakın ve uzak akraba türleri benzer amino asitleri göz önünde bulundurarak belirleyebilme.

Materyaller

1. Dokuz adet canlıya ait amino asit dizileri tablosu (Tablo A) ve amino asit grupları tablosu (Tablo B).

Öğretim Stratejisi:

Öğretmen bu etkinlikte türlerin birbiriyle evrimsel olarak ilişkili olduklarını ve bu ilişkilerin çeşitli delilleri olduğunu vurgulayacaktır. Öncelikle öğrenciler 2-3 kişilik gruplara ayrılacaktır. Öğrencilere etkinlik kağıtları dağıtılacak ve aşağıdaki sorular yönlendirilerek sınıfta tartışma ortamı oluşturacaktır.

1. Sağdaki tabloyu dikkate alarak türler arasındaki farklı amino asitleri ve sayılarını belirleyiniz.

2. Sizce hangi türler birbirlerine daha yakın hangileri uzak akraba olabilirler? Neden?

Öğrenci Kağıdı

Tablo A: Bazı Canlıların Amino Asit Dizileri

Amino Asit numarası	At	Tavuk	Somon Balığı	Kurbağa	İnsan	Köpek Balığı	Kaplumbağa	Maymun	Tavşan	Farklı olan aa
42	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	
43	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
44	P	E	E	A	P	Q	E	P	V	
46	F	F	Y	F	Y	F	F	Y	F	
47	T	S	S	S	S	S	S	S	S	
49	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
50	D	D	D	D	A	D	E	A	D	
53	K	K	K	K	K	K	K	K	K	
54	N	N	S	N	N	S	N	N	N	
55	K	K	K	K	K	K	K	K	K	
56	G	G	G	G	G	G	G	G	G	
57	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
58	T	T	V	T	I	T	T	T	T	
60	K	G	N	G	G	Q	G	G	G	
61	E	E	N	E	E	Q	E	E	E	
62	E	D	D	D	D	E	E	D	D	
63	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
64	L	L	L	L	L	L	L	L	L	
65	M	M	M	M	M	R	M	M	M	
66	E	E	E	E	E	I	E	E	E	
100	K	D	S	S	K	K	D	K	K	
101	A	A	A	A	A	T	A	A	A	
102	T	T	T	C	T	A	T	T	T	
103	N	S	S	S	N	A	S	N	N	
104	E	K	—	K	E	S	K	E	E	

Tablo B: Amino Asit Grupları (Glisin'in iki grupta da yer aldığına dikkat ediniz.)

Amino Asit Grupları	
1. Grup	2. Grup
G (Glisin)	G (Glisin)
A (Alanin)	S (Serin)
V (Valin)	T (Threonin)
L (Lösin)	C (Cistein)
I (İzolösin)	Y (Tirozin)
M (Metionin)	N (Asparjin)
F (Fenilalanin)	Q (Glutamin)
W (Triptofan)	
P (Prolin)	
3. Grup	4. Grup
D (Aspartik Asit)	K (Lisin)
E (Glutamik Asit)	R (Arjinin)
	H (Histidin)

DOĞAL SEÇİLİM

Öğretmen Kağıdı

Etkinlik: Kürdan Balık

Bu etkinlik bir populasyon genetiği simülasyonudur. Ekinlikte öğrenciler kürdan balığın çevre koşullarına ve nehirdeki kirlilikten dolayı bitkilerin ölmesine cevap olarak değişen genotip ve fenotipini gözlemleyecek ve kaydedeceklerdir.

Etkinliğin Amacı: Temel genetik kavramları çevre ve doğal seçim kavramlarıyla birleştirmek, doğal seçilime örnek olarak çevre şartlarına cevap olarak populasyondaki gen frekansının değiştiğini göstermektir.

İlgili Kavramlar:

1. Renkli kürdanlar, balığın rengini kontrol eden 3 alleli (mavi, pembe ve sarı) temsil etmektedir. Mavi gen (M) diğer renklere baskın, ayrıca pembe (P) ve sarı genler (S) birbirlerine eş baskındır. Pembe ve sarı genlerin birleşmesiyle balık turuncu renge sahip olur.

Öğrenci Kazanımları:

1. Temel genetik kavramlarını anlama
2. Parental genotiplerine dayanarak oluşacak yavru döllerin genotiplerini tahmin etme
3. Çevre şartlarının bir populasyonun genotip ve fenotipi üzerindeki etkilerini keşfetme

Materyaller

- 1). Gen havuzunu simgelemek için bir kap
- 2) 8 mavi, 8 pembe, 8 sarı kürdan

Öğretim Stratejisi:

Öğretmen her bir kürdanın bir balığı değil bir geni, iki kürdanın da bir balığı temsil ettiğini vurgulayacaktır.

Daha sonra öğrencilere etkinliğin ilk 8 basamağını grup çalışması, son basamağını sınıf çalışması şeklinde yaptıracaktır. Son basamakta her bir grubun verilerini kaydetmek için Tablo B tahtaya çizilecektir.

Öğrenci Kağıdı

Etkinlik: Kürdan Balık

1. Her renkten 8 adet olmak üzere toplam 24 kürdan alınız.
2. Hangi gen kombinasyonun hangi balık rengini oluşturduğunu anlamak için aşağıdaki tabloyu doldurunuz:

Balık Rengi	Gen Kombinasyonu
Mavi	Örnek MM, ...
Pembe	...
Sarı	...

Yukarıdaki tabloya yazdığınız cevaplara göre aşağıdaki soruları cevaplayınız:

- a. Sizce 2 pembe balıktan mavi balık oluşur mu? Neden?
- b. Sizce 2 portakal balıktan pembe balık oluşur mu? Neden?

c. Sizce 2 mavi balıktan portakal balık oluşur mu? Neden?

3. İlk yavru dölü oluşturun. Bunun için bakmadan kürdanlardan 2'ser 2'ser alın. Bu durum erkek balığın spermli ile dişi balığın yumurtalarının ilk dölde rasgele birleştiğini temsil eder. 12 çifti oluşturduktan sonra sonuçlarınızı Tablo A'ya yazınız:

Tablo A. Gen Çiftleri ve 1.-4. Yavru Döllerdeki Balık Renkleri

Yavru Döl	İlk Gen/İkinci Gen				Balık Rengi			
	YAVRU DÖLLER							
	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.
Örnek	M/P				mavi			
1								
2								
...								

4. Her renkteki balık sayısını hesaplayın ve Tablo B'de ilk yavru döl kısmına yazın.

Tablo B. Kürdan Balığında Yavru Döllerin Renkleri

Çevre	Yavru Döl	Mavi	Pembe	Portakal	Sarı
Ortamda yeşil algler var.	Birinci				
	İkinci				
	Üçüncü				
Ortamdaki yeşil algler öldü. Bu yüzden çıplak kalan kaya ve kum görünebiliyor.	Dördüncü				
	Dördüncü (Yaşayanlar)				

*Kürdan balığının yaşadığı nehir, nehrin yatağını ve kıyılarını kaplayan yeşil alglerden dolayı yeşil renkte görülüyordu. Mavi renkli kürdan balığı bu ortamda avcılarından kolayca gizlenebiliyordu, pembe ve portakal renkli kürdan balıkları da o kadar iyi olmasa da avcılarından gizlenebiliyordu. Ama sarı renkli kürdan balığı yeşil renkli ortamda avcılarından gizlenemediği için yaşayamıyor ve çoğalamıyordu. **Sarı renkli kürdan balıklarınız varsa bunları ayırın.***

5. Aldığınız genleri tekrar gen havuzuna koyun (**sarı renkli kürdan balıklarını bir kenara koymayı unutmayın**). Yine bakmadan ikinci yavru dölü oluşturun. Gen çiftlerinizi Tablo A'ya kaydedin. Her bir renkteki balık sayısını toplayıp Tablo B'deki ikinci yavru döl kısmına yazın. Sarı renkli kürdan balıklarını bir kenara ayırın ve yaşayan balıkları kaba geri koyun.

6. Üçüncü yavru dölü oluşturun. Verilerinizi Tablo A'ya kaydedin. Her bir renkteki balık sayısını toplayıp Tablo B'deki üçüncü yavru döl kısmına yazın. Sarı renkli kürdan balıklarını bir kenara ayırın ve yaşayan balıkları kaba geri koyun.

Burada durun. 7. aşamaya geçmeyin. Şu soruları grubunuzdaki arkadaşlarınızla tartışın:

a. Tüm sarı genler ortadan kayıp mı oldu?

b. Populasyonun büyüklüğü değişti mi? Nasıl? Bunun doğada da böyle olmasını bekler miydiniz?

c. Üçüncü yavru döldeki populasyon ile önceki yavru döldekileri karşılaştırınız.

7. Daha fazla gen çifti seçerek dördüncü yavru dölü oluşturun. Verilerinizi Tablo A ve B'ye kaydediniz. **Sarı renkli balıkları ayırmayın.**

Durun. Bir çevre felaketi gerçekleşti. Algler için zararlı olan fabrika atıkları nehre verildi. Algler hızlı bir şekilde öldü. Çıplak kalan kaya ve kum sarı, pembe ve portakal renkli kürdan balıklarını gizlerken

maviler avcılar tarafından yakalandı, yaşayamadı ve çoğalamadılar.

8. Mavi kürdan balığı yaşayamadığından bunu ayırın. Mavi dışındaki yaşayan tüm yavru döller Tablo B'nin son satırına kaydedin.

9. Tahtadaki tabloyu diğer gruplarla doldurun ve aşağıdaki sorulara cevap verin:

- Önceki yavru döllerine göre popülasyon değişti mi? Nasıl?
- Hiç tamamen kaybolan gen oldu mu?
- Çevre şartları değiştiğinde hangi renk gen daha hızlı kayboldu? Neden?

İNSANIN EVRİMİ

Öğretmen Kağıdı

Etkinlik: İnsan Kafataslarının Karşılaştırılması

Bu etkinlikte öğrenciler fosil homininlerin (maymunlardan evrimsel olarak ayrılmış dik durabilen ve iki ayağı üzerinde yürüyen türler) ve modern insanların kafataslarını tanımlayacak, ölçecek ve karşılaştıracaktır. **Etkinliğin Amacı:** Türler arasındaki benzerlik ve farklılıkları bulmak ve özelliklerin zamanla nasıl değişerek modern insanı oluşturduğunu görmektir.

İlgili Kavramlar:

- Bu etkinlik bilimsel süreçte en iyi açıklamayı seçmek için delil olacaktır.
- Evrimsel dizilişte geçiş formları genellikle mozaik şeklindedir yani bazı özellikler diğerlerine göre daha çabuk evrimleşir.
- Günümüz insanları şimdiki maymunlardan evrimleşmemişlerdir insan ve maymunlar ortak bir atadan evrimleşmişlerdir.

Öğrenci Kazanımları:

- Ölçme ve tanımlama için gerekli iskelet ve diş özellikleri belirleme
- Cetvel kullanma ve ölçme
- Örneklerin birbirine benzer ve farklı olan özelliklerini belirtme
- İnsan kafatası özelliklerindeki sıralamayı fark etme

Materyaller







İnsanın ve fosil homininlerin kafataslarını gösteren asetatlar ve cetvel

Öğretim Stratejisi:

Öğretmen bu etkinlikte günümüzdeki türlerin birbiriyle evrimsel olarak ilişkili oldukları ve artık bugün yaşamayan canlılardan evrimleştikleri fikrini desteklemede delil olarak insanların nasıl kullanıldıklarını vurgulamalıdır. Etkinliği öğrencileri gruplara ayırarak yaptırınız. Öğretmen her bir gruba, 6 türün kafatasının önden ve yandan görünüşünü asetata basılmış olarak verir ve öğrencilerin bu asetatları üst üste getirmek suretiyle karşılaştırmalarını ister.

Açıklama: Kafatası resimleri gösterilecek türler aşağıda sıralanmıştır:

- Australopithecus africanus*
- Australopithecus boisei*
- Homo erectus*

4. Neandertal (<i>Homo neanderthalensis</i>) 5. Cro-Magnon: İlk <i>Homo sapiens</i> 6. <i>Homo sapiens</i>		
Öğrenci Kağıdı		
		
H. <i>Australopithecus africanus</i> (95mm)	G. <i>Australopithecus boisei</i> (105 mm)	F. <i>Homo erectus</i> (dişi) (140 mm)
		
E. Neandertal (152 mm)	C. Cro-Magnon (147 mm)	D. <i>Homo sapiens</i> (135 mm)

EVİRİM TEORİSİNDE 5 BÜYÜK KAVRAM YANILGISI

Zeki APAYDIN¹⁸, Utku KARA¹⁹, E.Omca ÇOBANOĞLU²⁰, Aydan AYDIN²¹

ÖZET: Bu çalışmanın temel amacı, evrim teorisi ile ilgili kavram yanlışlarına vurgu yapmak ve bilimin öğretileri doğrultusunda bu yanlışların düzeltilmesine yönelik öneriler sunmaktır. Evrim teorisindeki kavram yanlışları üzerine yapılan bu çalışma yurt içi ve yurt dışı kaynaklara dayanan derleme bir araştırma niteliğindedir.

GİRİŞ:

Evrım teorisi canlı bilim içerisinde çok büyük bir öneme sahiptir (Staub, 2002). Bunun nedeni evrim teorisinin, gezegenimizdeki tüm canlıların filogenetik olarak ilişkilendirilmesiyle ilgili en güçlü bilimsel açıklama olmasıdır (NRC, 1998). Dobzhansky (1973), evrim konusunun modern biyolojinin temelini oluşturduğunu söylerken; Gould (1982), evrim teorisi olmayan bir biyoloji eğitimini periyodik tablosu olmayan kimyaya ya da Lincoln'süz Amerikan tarihine benzetmektedir. Bishop ve Anderson (1990) da aynı şekilde, evrim konusu anlaşılmadan modern biyolojinin anlaşılamayacağını savunmaktadırlar.

Evrım teorisi bu denli büyük bir öneme sahip olması nedeniyle, bu kavramın tarihi binlerce bilim insanını yaşamları süresince meşgul etmiştir. Örneğin Darwin, Lamarck ve Haeckel on dokuzuncu yüzyılda bulundukları bölgelerin (sırasıyla İngiltere, Fransa ve Almanya) en büyük evrim bilimcileridirler (Gould, 2002). Şaşırtıcı bir gerçek olmasına karşın, bu bilim adamları, yapıtlarının ilk basımlarında evrim sözcüğünü kullanmaktan sakınmışlardır. Evrim sözcüğünün yerine Darwin “descent with modifiction” (değişikliklerle türeyiş), Lamarck “transformisme” (değişim doktrini), Haeckel “transmutations-theorie” (transmutasyon teorisi) sözcüklerini kullanmışlardır (Gould, 2002). Bilim adamları neden bu sözcüğü kullanmaktan kaçınıyorlardı? Darwin'in bu soruya yönelik yanıt niteliğindeki gerekçesi, o dönemin biliminin altında yatan gelişim görüşleriyle hiç bağdaşmayan bir embriyoloji teorisini belirtmekteydi (Gould, 2002). Yine Darwin döneminde, bu sözcüğün izini sürmeye devam edersek, evrim sözcüğünün, o dönemin bilimi içerisindeki anlamından oldukça farklı bir anlamda, konuşma dilinde çok kullanılan bir kavram olduğu görülebilmektedir. Hatta Oxford İngilizce sözlüğü, evrim sözcüğünün izini sürmeye devam etmiş ve H. More'un 1647 tarihli bir şiirinde bu sözcüğe rastlamıştır (Gould, 2002). Tüm bu anlatılanlardan sonra şu görülmektedir ki; evrim teorisi sadece içeriğinin anlaşılmaması ile değil terime yüklenen

¹⁸ Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü, Sınıf Öğretmenliği A.B.D.

¹⁹ Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü, Sınıf Öğretmenliği A.B.D., 4. Sınıf Öğrencisi

²⁰ Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü, Fen Bilgisi Öğretmenliği A.B.D.

²¹ Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü, Fen Bilgisi Öğretmenliği A.B.D., 4. Sınıf Öğrencisi

yanlış anlamlarla da birçok kavram yanlışlığını beraberinde getirmektedir. Ayrıca, evrim teorisinin tarih boyunca hem dinsel hem de bilimsel itirazlarla karşı karşıya kalması ve evrimin doğası ile mekanizmasının tam olarak anlaşılamaması pek çok kavram yanlışlığının oluşmasına zemin hazırlamıştır (Isaak, 2003; www.evolution.berkeley.edu).

Nereden geldik? Nereye gidiyoruz? Yeryüzünde nasıl oldu da varız? İçerisinde yaşadığımız evren nasıl oluşmuştur? gibi sorulara insanoğlu yüzyıllardan beri kafa yormaktadır. Bu durum, insanoğlunun geçmişi ve geleceği ile ilgili ontolojik merakına gönderme yapmaktadır. İşte bu noktada devreye evrim teorisi girmektedir. Çünkü evrim teorisi, insanoğlunun sorduğu bu soruların çok büyük bir bölümüne bilimsel bilginin rehberliğinde rahatlıkla yanıt verebilmektedir (Demirsoy, 1994).

Evrim nedir? Öncelikle yanıt verilmesi gereken soru bu olmalıdır. Çünkü bu soruya doyurucu bir yanıt verebilirsek, makalenin konu edindiği kavram yanlışlarına da dolaylı olarak atıfta bulunmuş oluruz.

Basit bir tanımla evrim, bir türün oluşumunu, oluşumundan itibaren geçirdiği değişiklikleri ve halen geçirmekte olduğu değişimleri inceleyen bir bilim dalıdır (Demirsoy, 1989). Fakat gerçek anlamda evrim; bir popülasyonun gen havuzunu oluşturan alellerin frekansındaki değişimdir ki, bu değişim, yeni bir *türün*, yani yeni bir *gen havuzunun* oluşmasıyla ilgilidir (Demirsoy, 1989).

Evrim teorisinin karşı karşıya olduğu temel kavram yanlışları şunlardır:

- ☑ **Termodinamiğin ikinci yasası ile çelişmesi,**
- ☑ **Evrim teorisinin gözlenememesi,**
- ☑ **Fosil kayıtlarındaki eksiklikler (geçiş formlarındaki eksiklikler),**
- ☑ **Bilimsel teorilerin ve dolayısıyla evrim teorisinin, yasa niteliğindeki önermeler kadar kanıtlanmamış olması,**
- ☑ **Yaşamın kendi kendine rastgele oluşumu. Özellikle Doğal seçim sürecinin rastgele bir süreç olarak algılanması,**

Ayrıca evrim kavramının, *insan türünün doğrudan modern maymunlardan türeyişini* açıkladığının varsayılması ve sözcüğün sadece Charles Darwin'e ait bir kavram olarak düşünülmesi gibi kavram yanlışlarıyla, liste daha da uzatılabilir. Fakat tüm bu yanlışların yanı sıra şu iyi bilinmelidir ki, evrim teorisi bu yanlışların her birine, bilimsel bilginin öğretileri doğrultusunda doyurucu yanıtlar sunabilmektedir.

- Evrim teorisindeki kavram yanlışlarından biri termodinamik teorisi ve beraberinde getirdiği entropi kavramıyla ilgilidir. Bu iki kavram, kaostan düzen oluşamayacağı ve düzensizliğin devamlı artış eğiliminde olması savından hareketle, evrim teorisine

uyarlanmakta ve evrimin gerçekleşemeyeceği sonucuna ulaşılmaktadır. Hatta bunu desteklemek için de evrimin oluşabilmesi için entropinin hareketine zıt yönünde bir gücün olması gerektiği düşüncesi oluşturulmaya çalışılmaktadır. Termodinamik teorisinin ikinci yasası neden söz etmektedir? Entropi nedir? Sorularına yanıt aranmalıdır. Öncelikle termodinamik, sanayi devriminin bir ürünü olan endüstrileşmenin sonucu olarak ortaya çıkmış, ısı makinelerinin verimini artırmaya yönelik olarak uygulamaya aktarılmış bir yasa olarak görülmektedir (Gürel, 1999). Termodinamik teorisinin evrim teorisiyle ilişkisi irdelendiğinde yanlış bir *analogik transfer* (abdüksiyon) göze çarpmaktadır. Bu yaklaşımla birlikte termodinamik yasası, doğada meydana gelebilecek herhangi bir olayın ya da sürecin olabilirlik koşullarını belirli yasalar çerçevesinde belirlemektedir (Serway, 1995). Termodinamik, çevresiyle enerji alış verişi yapamayan, yalıtılmış sistemlerde entropinin her zaman artması gerektiği kuralını getirmekte ve entropiyi, enerjinin değersizleşme derecesini gösteren bir olgusal durum olarak tanımlamaktadır (Gürel, 1999). Bu tanımdan da anlaşılacağı üzere evrimle entropi birbirleri ile çelişkili kavramlar değildir. Yapılan bu tanımla birlikte, anlıyoruz ki bu sav dışarıdan enerji alan sistemlerde yani yalıtılmamış ve olasılıklığın (probability) çok yüksek olduğu ortamlarda rastgele (random) bir düzenin oluşabileceği düşüncesini kapsamamaktadır. Başka bir ifadeyle, termodinamiğin ikinci yasası kapalı sistemler için geçerlidir önermesi doğru olan önermedir (Serway, 1995). Ancak, canlılar birer açık sistem özelliği taşımaktadırlar (Berkes ve Kışlalıoğlu, 1993). Bu önerme, ortamda sınırsız enerji mevcut olduğu gerçeğini betimlemektedir. Ortamdaki mevcut olan bu enerji daha düzenli ve daha dengeli kimyasal yapıların oluşabilmesi için harcanmaktadır (Ruelle, 2006). Örneğin bir uçağın parçaları durdukları yerde kendi kendilerine bir araya gelemezler. Ancak dışarıdan bir enerji verildiğinde parçalar bir araya gelip bir düzen oluşturabilmektedir. Öncelikle bu uçağın 150 parçasının olduğunu düşünürsek; ilk etapta bu parçaların bir araya gelebilmesi için 150! (Faktöriyel) gibi muazzam bir olasılıkla karşılaşmaktayız. Fakat bu doğru bir düşünce değildir ve biraz daha ileri gidersek bunun Aristo mantığı yani tasımsal mantık olduğunu görebiliriz. Çünkü uçağın kanatlarını tekerleğine, tekerleklerini de pervanesine bağlama şansımız yoktur. Yani deneme yanılma yolu ile hangi parçanın nereye konulabileceğini rahatlıkla bulabiliriz. Oluşturduğumuz birkaç model ise ancak birer uçak çeşidi olmaktan öteye gidemeyecektir. İşte bu durum düzensizliğin yani entropinin en az olduğu durumdur. Belki bu parçalar enerji kullanılarak değişik şekillerde birbirine monte edilebilirler. Fakat bu uçaklardan bir

tanesi varlığını sürdürebilecektir. Bu durum, biyolojik organizasyonların meydana geldiği açık sistemler için de benzerdir, biyosfer ve ekosistemler organik maddenin temel yapı taşlarını içermekte olup ortamdaki enerji (Güneş) akışı ise devamlıdır. Üstelik dünya dışından yeni enerji bu sisteme devamlı olarak eklenmektedir. Bu enerji de yeryüzünde ısı ve radyasyon biçiminde kalmaktadır (Sayın, 1998). Buradan hücreye atıfta bulunacak olursak şu gerçeğe karşılaşıyoruz; böylesi bir ortamda kararlı bir hücrenin yanı sıra, sayılamayacak kadar çok sayıda kararlı olmayan hücre taslağı veya hücre durumları da oluşabilir. Fakat yaşamını sürdürebilen yani entropiye uyum gücü en fazla olan, kendi içinde dengeye erişmiş hücrelerdir (Sayın, 1998). Öyleyse bugünkü hücreler hakkında belirli bir yönde bilgiye sahip olmamız, günümüzde bu tip hücrelerin var olmasından kaynaklanmaktadır. Oysa günümüze kadar kararsız yapıda bir çok hücre öncüsü oluşmuş ve entropik dirençleri az olduğu için bozunup yok olmuşlardır. Sonuç olarak devamlı suretle gezegenimizde kararlı hücrelere karşın kararlı olmayan ve yok olup giden hücre taslakları hep oluşmuş ve oluşmaya da devam edecektir (Sayın, 1998).

Tüm bu verilerden de anlaşılacağı üzere termodinamiğin ikinci yasası hiçbir şekilde evrim ile çelişmemektedir. Çünkü bu yasa kapalı sistemlerdeki sınırlı enerji için geçerlidir! Ancak birçok ekosistemi içerisinde barındıran doğada, sınırsız bir enerji mevcuttur.

- Evrimde yer alan kavram yanlışlarından bir diğeri evrimin gözlenemeyen bir süreç olmasıdır. Burada yapılan hata ise hiçbir zaman bir türün evriminin gözlenemediği düşüncesidir. Hâlbuki evrim bunun tam tersini iddia etmekte ve bunu da çok net bir şekilde kanıtlamaktadır. Biyologlar bir türün evrimini defalarca gözlemleyebilmişlerdir (Freeman ve Herron, 2001). Genetik biliminde bunun örneklerini çok fazla bulabiliriz. Antibiyotiklere ve çeşitli ilaçlara karşı direnç kazanan bakteriler, bulunduğu ortama göre değişim gösterebilen ve evrimleşen virüsler buna çok iyi birer örnek oluşturmaktadırlar.

Hatta DDT ve bunun gibi kimyasal ilaçlara karşı direnç gösterebilen böcekler hem evrimin gözlemlenmesine hem de doğal ayıklanmaya iyi birer örnek sayılmaktadır (Sayın, 1998). Bunun dışında evrim ve bilim sadece *doğrudan* (demonstrative) kanıtları kullanan bir süreci ifade etmemektedir. On dokuzuncu yüzyılın ikinci yarısındaki fizik temelli epistemolojik yanlışlar, evrim biliminin de türleşmenin gözlenebildiği doğrudan kanıtlara gereksinim duyduğu savına destek oluşturmaktaydı (Rudolph ve Stewart, 1998). Bu büyük bir hataydı. Evrim teorisine ilişkin kanıt

eleştirisi de bu algılamamanın bir uzantısı olarak karşımıza çıkmaktadır.

- Fosil bilim (paleontoloji), evrimi destekleyen kanıtlar arasında önemli bir yere sahiptir. Ancak bu alana yönelik kavram yanılgıları da evrim öğretiminde sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Fosiller, omurgalı, omurgasız hayvanlar ve bitkilerin evrimsel tarihi ve akrabalık ilişkileri hakkında doyurucu yanıtlar verebilmektedir (Demirsoy, 1989). Buradaki temel yanlış fosillerin doğrudan kendisiyle değil, fosillerin akrabalık ilişkisiyle ilgilidir. Kısacası fosillerle ilgili temel yanlış *geçiş formlarına* yöneliktir. Fakat evrim teorisi, bu kavram yanlışlığına, birçok paleontolojik çalışmayla yanıt verebilmektedir. Çünkü her çalışmanın sonucunda ortaya çıkan fosil, evrim teorisinin canlı bilim içerisindeki yerini biraz daha sağlamlaştırmaktadır (Gould, 2002). *Geçiş formu* yanlışlığında üzerinde en çok durulan fosillerden biri Archaeopteryx örneğidir (Şensun, 1971) . Bu fosil ile ilgili yanlış, canlının sürüngenlerden kuşlara bir geçiş formu olmadığı yönündeki düşüncedir. Doğru bir yaklaşımla kuşlar milyonlarca yıl önce sürüngenlerle aynı gen havuzuna katkı veren alt populasyonların, süreç içinde ortak ataların bulunduğu merkezi populasyondan ayrılmasıyla evrimleşmişlerdir. Bu durum modern kuşlarla modern sürüngenlerin atalarının amfibilerden daha yakın geçmişte ortak oldukları biçiminde de ifade edilebilir. Evrim teorisine ilişkin bu doğru açıklama Archaeopteryx’i bilim dışı çevrelerin iddia ettiği ucube yaratık (hilkat garibesi, yarı sürüngen yarı kuş) şeklindeki bir statüden kurtarmaktadır. Bu açıklama biçimi daha genelde ise, fiziksel evrende var olan her bir geçiş formunun, evrimsel tarihin bir döneminde çevresindeki koşullara en iyi uyumu yapmış canlı olduğu kavrayışına katkı sağlamaktadır. Tüm bunlara paralel, yapılan bütün çalışmalar Archaeopteryx populasyonlarının, sürüngenlerden kuşlara bir geçiş formu olarak; çevresine uygun uyumsal özellikleri taşıdığı için yaşamda kaldığı ve bir süre bu başarısını sürdürüp genlerini sonraki döllere aktarabildiği önermesini desteklemektedir (Baptista ve Welty, 1998).

Archaeopteryx’e yönelik diğer çalışmalar da, bu canlının hem sürüngenlerin hem de kuşların özellik modellerini taşıyan bir geçiş formu olduğunu desteklemektedir (Baptista ve Welty, 1998). Yapılan çalışmalar irdelendiğinde, bu canlının iki ayağı üzerinde öne eğimli duruşuyla, ağzında kuşların aksine dişlerinin var oluşuyla ve buna benzer pek çok özellikleri yönünden dinozora benzemektedir. Yine bu canlı 23 kuyruk omurgasından oluşan kuyruğuyla, kanat iskelet yapısıyla ve benzeri özellikleriyle de kuşa benzemektedir. Görüldüğü üzere bu canlının bir geçiş formu olduğuna dair liste uzayıp gidebilmektedir (Baptista ve Welty, 1998).

Archaeopteryx geçiş canlıları içerisinde verilebilecek küçük bir örnektir. Ancak üzerinde en çok tartışma yaratan canlılardan bir tanesi olma niteliğini taşıtmaktadır (Freeman ve Herron, 2001). Buradan da anlaşılacağı gibi fosil bilim, evrim teorisini çürütmek bir yana dursun desteklemektedir. Evrim teorisi, fosilleşme olasılığı hakkında yorumda bulunmamaktadır. Bu iş daha çok paleontologların (fosil bilimcilerin) ve jeologların (yer bilimcilerin) zerinde akıl yürütebilecekleri bir durumdur. Paleontologlar fosilleşme olasılığının genellikle düşük olduğu konusunda uzlaşma içindedirler. Bu düşük olasılığın nedeni de fosilleşmeyi etkileyen çevresel koşullardır (Demirsoy, 1989). Böyle si bir bilgi de neden geçiş formlarının popülasyonlar halinde karşımıza ıkamadığının yanıtını oluşturabilir.

- Evrim teorisindeki kanıt kavramının diğer bilimlerde olduğu gibi düşünülmesi de kavram yanılığına neden olmaktadır.

Teoriler, fiziksel evreni ve daha özelde ise canlıların arasındaki ilişkileri anlamamız için geliştirilen açıklayıcı önermelerdir. Doğru bir epistemolojik yaklaşımla teoriler ya da yasalar asla birbirine dönüşebilen hiyerarşik sitemler değillerdir (Lederman, Abd-El-Khalick, Bell ve Schwartz, 2002). Her iki önemli önerme tipi de, bilimde çok farklı görevlere sahip tümeller olarak değerlendirilmelidirler. Bilim, teorilerin, sonsuz sınanmaları ile bugünkü düzeyine ulaşmıştır. Bu nokta da teorinin  özelliğinin iyi bilinmesi bilim eğitim özellikle evrim ğretimi yönünden oldukça önem taşıtmaktadır :

- ❖ Sınanabilir olmalıdır yani; doğrulanma ve yanlışlanma özelliğinde olmalıdır.
- ❖ Bu süreç sonunda teori üç olası biçimde modifiye dileyebilir: A. Yeni kanıtlar ışığında tümden reddedilebilir (ki bu durum teoriler için, özellikle evrim teorisi gibi yerleşik [embedded] teoriler için oldukça zordur). B. Yeni kanıtlar ışığında kapsamı daralabilir. Örneğin, Newton fiziğinin Einstein fiziği karşısındaki durumunda olduğu gibi. C. Yeni kanıtlardan hareketle kapsamı genişleyebilir.
- ❖ İlk ortaya atıldığı dönemde yeni olmalıdır (Demirsoy, 1989).

Bu açıklamalardan sonra evrim teorisinin, ilk olarak ortaya atıldığı zamandan günümüze kadar gelişen, bilimin hemen hemen her alanında mevcut olan kanıtlardan hareketle, çok az değişikliklerle giderek güçlenerek çağımıza kadar ulaşmış köklü bir teori olduğu görülmektedir (Demirsoy, 1989). Tüm bu bilgiler ışığında, evrim teorisinin kanıtlanmasına yönelik kavram yanılığısı, daha kolay düzeltilebilir. Çünkü tüm bu öğretiler, fen bilimlerindeki teorilerin matematik veya mantıktaki gibi bir kanıtlama sürecinden geçmediğini ortaya koymaktadır. Çünkü fiziksel evren öncül/neden olgularıyla sonuç olguları arasında zorunlu bir deterministik ilişkinin kurulamayacağı kadar olasılıklıdır (Lawson,1995). Ancak, hem teori

hem de kanıt gibi kavramların fen öğretiminin ilk basamağından itibaren yanlış öğretilmesi (Taşkın, Çobanoğlu, Apaydın, Çobanoğlu, Yılmaz ve Şahin, 2006) hem de kanıt sözcüğünün toplum tarafından yanlış anlaşılması (Moore, Mitchell, Bally, Inglis, Day ve Jacobs, 2002), bilimi her zaman bu gibi kavram yanılgılarıyla karşı karşıya getirmektedir (Apaydın, Çobanoğlu ve Taşkın, 2005). Bilimde, belirli bir konudaki gözlemleri açıklayan teoriler oluşturulurken, önceki bilgiler, gözlemler ve olgular göz önüne alınmaktadır. Teoriler de fen bilimlerinin öğretilerine dayanarak, bu olgularla ilgili bazı bilimsel yasaları açıklamaktadırlar. Bilimin hiçbir alanında, teoriler, matematikte veya mantıkta olduğu gibi tam olarak kanıtlanmazlar. Yani bilimde böyle bir kanıt tanımı yer alamaz (Dagher ve ark., 2005). Bu açıklama Darwin'in yaşadığı dönem olan Viktorya İngiltere'sindeki fizik temelli aksiyomatik bilim anlayışına gönderme yapmaktadır. Bu yaklaşıma göre bilim yalnızca doğrudan kanıtlarla çalışan ve hedefi doğadaki düzenlilikleri özetlemekten öteye hiçbir anlam ifade etmeyen yasalar üreten bir eylem biçimidir. Böylesi bir yaklaşım epistemolojik bir kavram yanılgısı ve bilgi eksikliği olarak, günümüz toplumuna ve hatta akademisine kadar ulaşmıştır (Rudolph ve Stewart, 1998; Norris ve Phillips, 1994; Smith, Siegel, ve McInerney, 1995).

Yanlış olan bu epistemolojik algılama biçimi tıpkı dogmalar gibi bilimin kesinlikler içeren yasa (yasalar da değişime açıktır) niteliğinde değişmez önermeler ürettiği algılamasını da beraberinde getirmektedir. Olasılıklı bir evrende, belirli sınırlılıklara sahip insanoğlunun tüm olasılıkları kapsayan tümellere ulaşması beklenemez. Bilimsel eylem biçimi de, doğası gereği bu tip tümellere ulaşmak hedefine yönelmiş değildir. Tüm olasılıkları kapsayan tümellere sahip olma iddiası bilimin değil metafiziğin iddiası olarak karşımızda durmaktadır. İnsanoğlu bilimsel eylem içersindeki araştırmaları ve gözlemleri sonucunda yeterli kanıtlara ulaştıkça, yeni teoriler geliştirecek ya da mevcut önermeleri (ister yasa niteliğinde ister teori niteliğinde olsun) modifiye (bu terim istikrarlı bir değişime gönderme yapmaktadır) edecektir. Ancak böylesi bir değişim sürecinde bir bilimsel teorinin yerini yine bir bilimsel teori alacaktır. Buradan hareketle, canlı bilimin en önemli açıklaması olan evrim teorisinin, ne matematik ne de mantıktaki gibi kanıtlanması beklenemez.

- Yaşam kendi kendine oluşabilir mi? Yaşam bir rastlantı sonucu dört milyar gibi uzun bir sürede gelişebilir mi? İnsan vücudundaki en ufak bir hücre veya daha karmaşık herhangi bir sistem, birden bire ve kendi kendine oluşabilir mi? Yaşam bir rastlantı sonucu mu meydana gelmiştir?

Bu sorular, evrim teorisindeki önemli yanılgılardan biri olan *doğal seçilimin rastlantısal* olduğu algılamasını ima etmektedir. (NRC [National Research Council], 1998). Aslında tüm

bu soruların yanıtı evrimin mekanizması ve canlı bilimin öğretileri doğru anlaşıldığında basit ve bir o kadar da nettir. Çünkü doğal seçim yoluyla evrim teorisi, mutasyonların, mutasyonlara bağlı genetik çeşitliliklerin ve çevresel koşul değişikliklerinin rastlantısal olduğunu; ancak canlılarla doğanın etkileşimiyle gerçekleşen doğal seçim sürecinin rastlantısal olmadığını açıklar. Bu süreç sonunda uyumsal özelliklere sahip olan canlılar seçilebilir ve taşıdığı kalıtsal materyali bir sonraki döle aktarırlar. Şematize edilecek olursa, doğal seçim süreci: Eşeyli üreme + kalıtım + varyasyon unsurlarının bir bileşkesi olarak ortaya çıkar (www.evolution.berkeley.edu).

Ayrıca insan vücudunun gerek anatomik gerekse de morfolojik yapısı incelendiğinde, balıklara, sürüngenlere ve hatta ilkel bakterilere ait özelliklere sahip olduğu görülmektedir (Hoagland, 2003). Sadece nöronların evrim sürecinin, dört milyar gibi çok uzun bir zaman dilimi ile karşılık gelmesi bu ortak özelliklerin ortak bir popülasyondan ya da gen havuzundan kaynaklandığı önermesi için güçlü bir kanıttır. Ayrıca bir nöron, milyonlarca hücrenin bir araya gelmesinden oluşmakta ve bu durum da nöronların evrim sürecinin son basamağını oluşturmaktadır (Sayın, 1998). Aynı şekilde nöronlardaki gibi diğer sistemlerdeki evrim sürecinin de bu durumdan farksız olduğu göze çarpmaktadır. Bu bilgiler ışığında insanın diğer hücre, doku, organ ve organ sistemlerinde meydana gelen evrim sürecinin diğer canlılarda da, tam olarak aynı olmasa bile benzer bir şekilde meydana geldiği rahatlıkla görülebilmektedir. Hatta gerek insanlarda gerek memelilerde meydana gelen benzer metabolik reaksiyonlara ve bunların alt kademelerine diğer canlı türlerinde de rastlanabilmektedir (Morton, 2000). Buradan hareketle anlaşıyor ki, bu kadar karmaşık bir sistem herhangi bir doğaüstü güç tarafından bir anda meydana getirilemez. Bu durum son yapılan çalışmalarla da çok iyi kanıtlarla desteklenmiştir. Öyle ki bir zamanlar yaklaşık 540 milyon yıl öncesinde Kambriyen patlamasıyla aniden ortaya çıktığı düşünülen bir çok canlı grubunun aslında prekambriyen dönemden köken aldığı tespit edilmiştir (Morton, 2000). Bu kanıtlar, organizasyonların uzun yıllar boyunca evrimsel mekanizmaların yardımıyla yavaş yavaş ve belirli bir düzen dahilinde geliştiği bilgisiyle tutarlılık göstermektedir (Sayın, 1998).

Evrimsel teori, insanın ontolojik (varlık bilimsel) sorgulamalarına, binlerce yıllık din kurumunun yanıtlarının tersine yanıtlar getirmesi, olgular karşısında dualistik gerçeklik (çifte gerçeklik) yaklaşımını reddetmesi ve antroposentrik (insan merkezci) açıklamaları çöpe atması bakımından tarih boyunca şimşekleri üzerine çekmiş ve şarlatanların ilgi odağı olmuştur. Bu durum sadece sivil toplumu değil aynı zamanda akademik çevreyi de etkileyerek bir çok kavram yanılgısının yaşamda kalmasına neden olmuştur. Bu bağlamda

gerek evrim teorisiyle ilgili alanlarda çalışmaya yeni başlayanlar, gerek evrim teorisiyle ilgili az ya da çok kaynak taramış olanlar gerekse de evrim teorisiyle ilgili hiçbir bilgiye sahip olmayanlar, bu sözcüğü duyduklarında genellikle zihinlerindeki temel iki kavram yanılgısından hareketle tutum geliştirmektedirler :

Bunlardan ilki, insanın doğrudan günümüz modern maymunlarına benzer bir maymun atadan türeyip türemediği konusudur. Bilim dışı toplum insansı maymunlarla insanın aynı familyaya ait iki farklı tür olmasını ve ortak bir ataya sahip olma durumunu son derece yanlış yorumlamaktadırlar. Burada sergilenen yaklaşıma göre modern şempanzeler geçmişte hala var olup insanın atası statüsünde canlılardır algılamasın ulaşılmaktadır. Oysa durum böyle değildir. Çünkü evrim teorisinin temel önermesi, modern insansı maymunlarla insanın atasının en yakın geçmişte bir ortak ataya sahip olduğu yönündedir. Bu yaklaşım aynı zamanda populasyonların değil de bireyin doğrudan değişimi biçiminde bir evrimin gerçekleştiği yanılgısını da içinde barındırmaktadır. Halbuki doğru yaklaşıma göre geçmişte ne modern maymunlar vardı nede modern insan vardı ve bundan dolayıdır ki modern maymunlar, hiçbir jeolojik dönemde modern insanların atası olmamıştır (Gould, 2002). Anlaşılacağı gibi şempanzelerle insanlar arasındaki önemli benzerlikleri nasıl açıklarız? sorusunun yanıtını bireyin doğrudan evrimi algılaması oluşturamaz. Sorunun akla uygun bilimsel yanıtı, en yakın geçmişteki ortak atasal populasyondaki gen havuzuna katkı veren alt gruplar arasında değişik izolasyon mekanizmalarıyla kopuklukların oluşmasıdır. Apaydın ve ark., 2005; Gould, 2002). Buradan da anlaşılacağı üzere modern insansı maymunların insanın atası olduğu sayıtlısı, evrim teorisi için değil, evrim teorisi hakkında eksik bilgiye sahip bir birey için bir eksiklik niteliği taşımaktadır (Apaydın ve ark, 2005).

İkinci yanılgı, evrim sözcüğünün yalnızca Charles Darwin ile ilişki,lendirilmesidir. Halbuki evrim sözcüğü kullanılmamış olsa da evrime yönelik çalışmaların (bilinçli ya da değil) tarih öncesine dayandığı görülmektedir (Demirsoy, 1989). Örneğin:

Thales (M.Ö. 624-546), evrim ile ilgili çalışmalar yapmıştır. Ancak o dönemde canlı bilimdeki bilgilerin yetersizliği nedeniyle, yapılan çalışmaların, bugünün evrim çalışmalarına katkıda bulunduğu söylenemez. Ancak Aristo'nun bitkiler ve hayvanlar hakkında çok fazla bilgiye sahip olduğu göze çarpmaktadır. Aristo sahip olduğu bu bilgiler sayesinde canlıların birçoğu ile ilgili doğru tanımlamalar yapmıştır (Demirsoy, 1989). Ayrıca bir canlının diğer bir canlının değişimi sonucu meydana geldiği savını ortaya koymuştur. Bu değişimin basit yapıdan daha karmaşık bir yapıya doğru olduğu fikrini de öne sürmüştür (Hoagland, 2003).

Milattan sonraki dönemde, Rönesans ile birlikte canlılar hakkındaki bilgi birikiminin arttığı görülmektedir. Bilgi birikiminin artmasıyla birlikte, evrim teorisi üzerinde çalışan bilim insanı sayısı da artmıştır. Hook, Ray, Buffon, Erasmus Darwin ve Lamarck bunlara iyi birer örnektir. Yine bu dönemde Da Vinci gibi sanat insanlarının da canlı bilimiyle uğraştığı görülmektedir (Demirsoy, 1989). Günümüze gelene kadar evrim teorisi üzerinde çalışmalar biyologların yaptıkları ile sınırlı kalmamış; fizik, kimya, fosil bilim, jeoloji, çevre bilimi ile uğraşanlar da evrim teorisi ile ilgilenmişlerdir. Yani kısacası evrim sözcüğü popülerliğini Charles Darwin sayesinde kazanmış olabilir; ancak Darwin'e ait olacak kadar küçük ve basit bir kavram değildir.

SONUÇLAR

Literatür göstermektedir ki, öğrencilerin evrim teorisi ile ilgili bilimsel olmayan bakış açıları ve buna bağlı olarak ortaya çıkan kavram yanlışları hala devam etmektedir. Yapılan bu çalışma ile de, hem evrim teorisinin bilimsel ve dinsel itirazlarla karşılaşmasından hem de evrim mekanizmasının ve doğasının tam ve doğru olarak anlaşılamamasından dolayı, tarih boyunca birçok kavram yanlışlığı ile karşı karşıya kalındığına bir kez daha dikkat çekilmeye çalışılmıştır.

Ayrıca bu çalışma, temel olarak, evrimin gözlenememesi, termodinamik teoremin ikinci yasası ile çelişmesi, fosil kayıtlarındaki eksiklikler, yaşamın rastlantı sonucu oluşumu ve kanıt kavramının yanlış algılanması ana başlıkları altında toplayabileceğimiz beş büyük kavram yanlışlığına vurgu yapmaktadır (Isaak, 2003; Demirsoy 1994; www.evolution.berkeley.edu). Yine bu çalışmada, evrim kavramıyla ilgili en temel çarpıtmalardan biri olan, *insanın maymundan geldiği* biçimindeki asılsız önerme ve evrim sözcüğünün Darwin'e ait olduğuna yönelik kavram yanlışlığı üzerinde durulmuştur (Gould, 2002).

Çalışmanın amacı, belirtilen her kavram yanlışlığına bilimsel bilginin rehberliğinde hem kavramsal hem de örneksel olarak yanıt vermektir. Çalışma içerisinde kavram yanlışlıklarının çözümlerine yönelik verilen örnekler, kavram yanlışlıkları için yapılan her bilimsel açıklama, bu temel kavram yanlışlıklarına yoğunlaştırılmış bir biçimde dikkat çekmeyi hedeflemiştir.

2004 yılında birinci döneminde uygulanmaya başlayan yeni fen ve teknoloji programı, ilkeler temelinde, Birleşik Devletlerdeki NRC (1996) tarafından geliştirilen Ulusal Fen Eğitimi Standartlarına (National Science Education Standards) benzemektedir. Ancak Türkiye'deki programda bilimin doğası, bilimsel araştırma süreci ve bilim, teknoloji ve toplum ilişkisi bakımından eksiklikler vardır (Apaydın ve ark., 2006; Bağcı Kılıç ve ark., 2006, Taşkın ve ark., 2006). Ayrıca Ulusal Fen Eğitimi Standartları incelendiğinde,

öğrencilerde var olan evrim ile ilgili kavram yanlışlarının düzeltilmesi için etkinlikler ve farklı öğretim metotlarına da yer verildiği görülmektedir. Bu durumun tersine MEB tarafından hazırlanan yeni programda, evrim teorisine vurgu yapılmaması göze çarpmakta ve hatta bazı üniteler akıllı tasarım (intelligent design) dogmasıyla ilişkilendirilmeye çalışılmaktadır (Apaydın, Taş ve Özsevgen, 2006; Öztürkler, 2006). Tüm bu yanlışları ortadan kaldırmaya yönelik bir ulusal eğitim politikasının desteğiyle, evrim öğretimine daha okul öncesi dönemde doğada gözlem yaptırılarak başlanılmalı, bundan sonraki süreçte evrim ile ilgili bilgiler ve kavramlar öğrencilere, düzeylerine uygun olarak, sarmallık ilkesi çerçevesinde verilmelidir (Lawson, 1995). Her düzeyde öğrencinin doğaya çıkarılarak gözlem yapmalarına fırsat verilmesi evrim öğretimi açısından son derece yaşamsal öneme sahiptir. Böylece, öğrencilerin canlıların çeşitliliğini anlamalarına ve bu çeşitliliğin nedenlerini sorgulamalarına yardımcı olunacak, ve yukarıda açıklanmaya çalışılan kavram yanlışlarının giderilmesi yolunda önemli adımlar atılacağı düşünülmektedir. Özellikle ilköğretim düzeyindeki bilim öğretimi sürecinde, canlıların benzerlik ve farklılıklarını algılamamıza neden olan özellikler ve özellik örüntüleri evrim öğretimi için çok önemlidir. Ayrıca fen ve teknoloji kitaplarındaki eksiklerin düzeltilmesi aşamasında MEB ile eğitim fakültelerinin işbirliği içinde olması gerektiği savunulmaktadır. Bunun yanı sıra özellikle bilim ve sınıf öğretmenlerinin evrim teorisini doğru algılamalarını sağlayacak epistemolojik eğitim almaları ve yine öğretmen adaylarının eğitim gördüğü fen bilgisi ve biyoloji öğretmenliği bölümlerine *evrim öğretimi* adı altında bir lisans dersinin eklenmesi gerektiği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Apaydın, Z. , Çobanoğlu, E. O., Taşkın, Ö. (2005). Evrim öğretimi için model önerisi: Soyağacı, hat modeli, el modeli oluşturma.
- Apaydın, Z., Taş, E., ve Özsevgen, T. (2006, Eylül). *İlköğretim 4. sınıf fen ve teknoloji programının içerik açısından değerlendirmesi. XV. Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresi* 'nde sunulan bildiri. Muğla Üniversitesi, Muğla.
- Bağcı Kılıç, G., Haymana, F., ve Bozyılmaz, B. (2006, Eylül). *İlköğretim fen ve teknoloji öğretim programının bilim okuryazarlığı ve bilimsel süreç becerileri açısından analizi. XV. Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresi* 'nde sunulan bildiri. Muğla Üniversitesi, Muğla.
- Berkes, F. ve Kışlalıoğlu, M. (1990). *Ekoloji ve çevre bilimleri*. İstanbul: Remzi Kitabevi.
- Bishop, B. A. ve Anderson, C. W. (1990). Student conceptionsof natural selection and its role

- in evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, 27, 415-427.
- Dagher, Z., R., ve Boujaoude, S. (2005). Students' perceptions of the nature of evolutionary theory. *Journal of Science Education*, 89, 378-391.
- Demirsoy, A. (1989). *Yaşamın temel kuralları Cilt 1*. Ankara: Hacettepe Üniversitesi Yayınları.
- Demirsoy, A. (1994). *Kalıtım ve evrim*. Ankara: Meteksan Yayınları.
- Dobzhansky, T. (1973). Nothing in biology makes sense except in the light of evolution. *The American Biology Teacher*, 35, 125-129.
- Freeman, S. ve Herron, J. C. (2001). *Evrimsel analiz*. (Çev: B. Çıplak, H. H. Başbüyük, S. Karaytuğ, İ. Güngüz, 2. Baskı). Ankara: Palme Yayıncılık.
- Gould, T. (1982). Darwinizm and expansion of evolutionary theory. *Science*, 216, 380-387.
- Gould, S., J. (2002). *Darwin ve sonrası: Doğa tarihi üzerine düşünceler*. (Çev: C. Temürcü, 4. Baskı). Ankara: Tübitak.
- Gürel, O. (1999). *Yaşamın kökeni*. (1. Baskı) İstanbul: Pan Yayıncılık.
- Hoagland, M., B. (2003). *Hayatın kökleri*. (Çev: Ş. Güven, 22. Baskı). Ankara: Tübitak.
- Isaak, M. (2003). Five major misconceptions about evolution. 03.03.2007 tarihinde <http://www.talkorigins.org/faqs/faq-misconceptions.html> adresinden alınmıştır.
- Lawson, A. E. (1995). *Science teaching of the development thinking*. Belmont, CA: Wadsworth Publishing Company.
- Lederman, N., Abd-El-Khalick F., Bell R. L., ve Schwartz R. S. (2002). Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 497-521.
- Moore, R., Mitchell, G., Bally, R., Inglis, M., Day, J., ve Jacobs, D. (2002). Undergraduates' understanding of evolution: Ascriptions of agency as a problem for student learning. *Journal of Biological Education*, 36(2), 65-71.
- Morton, G. R., (2000). Phylum Level Evolution. <http://home.entouch.net/dmd/cambevol.htm>'den 22.04.2007 tarihinde indirilmiştir.
- Norris, S. & Phillips, L. (1994). Interpreting pragmatic meaning when reading popular reports of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 31, 947-967.
- NRC (National Research Council). (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- Öztürkler, Ş. (2006). Okullarda evrim soruşturuluyor. Ö. Genç, (Ed.), *Evrin, bilim ve eğitim* (1.

- Baskı) içinde (295-300). İstanbul : Nazım Kitaplığı.
- Ruelle, D. (2006). *Rastlantı ve kaos* . (Çev: D. Yurtören, 20. Baskı). Ankara: Tübitak
- Rudolph, J. L. ve Stewart, J. (1998). Evolution and the nature of science: on the historical discord and it's implications for education. *Journal of Research in Science Teaching* 35 (10), 1069-1089
- Sayın, Ü. (1998). Yaratılmayış yaşam nasıl başladı?. *Bilim ve Ütopya dergisi*. 03.03.2007 tarihinde <http://www.geocities.com/wankeragnostic/yaratilmayis.htm> adresinden alınmıştır.
- Serway, R., A. (1995). *Fen ve mühendislik için fizik: Modern fizik ilaveli*. (Çev: K. Çolakoğlu, 3. Baskı). Ankara: Palme Yayıncılık.
- Smith, M. U., Siegel, H., & McInerney, J.D. (1995). Foundational issues in evolution education. *Science & Education*, 4, 23-46.
- Staub, N. (2002). Teaching evolutionary mechanisms: Genetic drift and mem's. *Bioscience*, 52(4), 373-377.
- Steffoff, R., (2004). *Charles Darwin: Evrim devrimi*. (Çev: İ. Kalınyazgan, 1. Basım). Ankara: Tübitak.
- Şensun, A. (1971). *Evolusyon*: İstanbul: Şirket Müratibiye Yayıncılık
- Taşkın, Ö., Çobanoğlu, E., O., Apaydın, Z., Çobanoğlu, İ., H., Yılmaz, B., ve Şahin, B. (2006). *Lisans öğrencilerinin teori kavramını algılayışları. XV. Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresi*'nde sunulan bildiri. Muğla Üniversitesi, Muğla.
- Welty, J., C., ve Baptista, L. (1988). *The life of birds* (4th. Ed.). New York: Saunders College Publishing.
- www.geocities.com/wankeragnostic/evrim_bilimyanit.htm.
- www.evolution.berkeley.edu/evo/misconceptions/IAorigintheory.shtml.

ANTİMİKROBİYAL AKTİVİTEYE SAHİP TERMOFİLİK BAKTERİLERİN 16S *rRNA* ANALİZİ İLE TANILANMASI

Gamze BAŞBÜLBÜL¹, Z.Burcu BAKIR ATEŞLİER¹, Bülent BOZDOĞAN², Kubilay METİN¹, Erman ORYAŞIN¹, H.Halil BIYIK¹

1 Adnan Menderes Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü AYDIN

2 Adnan Menderes Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Mikrobiyoloji ve Klinik Mikrobiyoloji ABD, AYDIN

ÖZET

Son yıllarda biyokimyasal yöntemler yanında moleküler yöntemler bakteri tanılanmasında kullanılmaya başlanmıştır. Tüm bakterilerden 16S rRNA çoğaltılmasını sağlayan universal primer kullanılarak bu genin çoğaltılması ve sekanslanması filojenik çalışmalarda standard yöntem olarak yerini almıştır. Bu çalışmada Aydın ve Denizli illeri ve çevresindeki sıcak su kaynakları ve topraktan izole edilen ve antimikrobiyal aktivite gösteren termofilik bakterilerden 14 tanesinin 16S *rRNA* sekans analizi yapılarak tür tanısı amaçlanmıştır. Suşlar 65 C de gelişen, Gram pozitif çubuk morfolojide bakterilerdir ve tümü *Geobacillus stearothermophilus* DSMZ 22 suşuna karşı inhibitör etki göstermektedirler.

Yenicekent ve Gölemezli (Denizli) de bulunan sıcak su kaynakları ve topraktan izole edilen suşların genomik DNA'ları Ronimus ve ark. tarafından önerilen metot kullanılarak izole edilmiştir. Universal primerler kullanılarak çoğaltılan 16S rRNA geni aynı primerlerle CEQ 8000 (Beckman Coulter, Fullerton, CA) kullanılarak sekanslanmıştır. Sekanslar gen bankası (www.ncbi.nlm.nih.gov) ile Nucleotide-nucleotide BLAST (blastn) programı kullanılarak karşılaştırılmış ve homologiler belirlenmiştir.

Gen bankasında yapılan blast analizlerinde 7 izolattan bir tanesi (HBB-270) *Geobacillus thermoglucosidasius*, iki tanesi (HBB-244, HBB-245) *Geobacillus pallidus*, iki tanesi (HBB-215, HBB-218) *Geobacillus toebii*, bir tanesi (HBB-225) *Anoxybacillus flavithermus* ve bir tanesi de (HBB-246) *Anoxybacillus kestanboliensis* ile homolog olarak saptanmışlardır.

Denizlideki sıcak su kaynaklarından izole edilen bakteriler Türkiye'de daha önceden bildirilmiş sıcak su florası raporlarıyla uyumlu bulunmuştur. Pahalı bir yöntem olmasına karşın 16S *rRNA* analizinin bakteri tanılanmasında klasik yöntemlerle kullanılabilecek bir yöntemdir.

GİRİŞ

Gıda bilimindeki pek çok araştırma, yeni koruma teknolojilerinin geliştirilmesi üzerine yoğunlaşmıştır, fakat bunlardan pek azı endüstriyel anlamda kullanılabilir hale getirilmiştir. Yüzyıllardan beri pek çok gıda koruma yöntemi bulunmakla birlikte, günümüzde yeni olarak adlandırılabilen pek çok teknoloji ve uygulama geliştirilmiştir. Bunlar arasında ısıl olmayan inaktivasyon metotları (yüksek hidrostatik basınç, pulsed elektrik alanları), yeni paketlenme sistemleri, doğal antimikrobiyal bileşikler ve biyo-koruma yöntemleri sayılabilir. Doğal antimikrobiyal bileşiklerin gıda endüstrisinde kullanımı ile ilgili olarak pek çok çalışma yapılmaktadır. Bitkiler, hayvanlar ve mikroorganizmalar tarafından üretilen bu antimikrobiyal ajanlar, üretici organizmada bir savunma mekanizması olarak ortaya çıkmışlardır. Bunlar arasında laktoperoksidaz (süt), lizozim (yumurta beyazı), saponin ve flavonoidler (bitki ve baharat), bakteriyosinler (laktik asit bakterileri) ve kitosan sayılabilir (1).

Bakteriyosinler özellikle üretildikleri bakteriye yakın türleri doğrudan etkileyen, bakterisidal aktiviteye sahip protein veya protein kompleksleridir (2). Antibiyotiklerin etki mekanizmalarından biri de mikroorganizmaların gelişimini protein sentez mekanizmasını bozarak inhibe etmeleridir, ancak pek çok dirençli suşun oluşumuna da yol açmaktadırlar. Bakteriyosinlere karşı dirençli suş gelişimi oldukça nadirdir. Ayrıca bakteriyosinlerin toksisitesine dair pek az veri vardır, araştırmalar ve bakteriyosinlerin uzun süreli kullanımı bu bileşiklerin güvenle kullanılabileceğini göstermektedir (3). Kısaca belirtmeye çalışılan bu sebeplerden dolayı bakteriyosinler üzerinde son yıllarda oldukça fazla çalışma yapılmaktadır. Bakteriyosin üretimi ile ilgili olarak en fazla çalışılmış mikroorganizma grubu laktobasiller (LAB) olmakla birlikte, pek çok bakteri özellikle de gıda kökenli olanlar bu özellik açısından araştırılmakta ve yeni potansiyeller aranmaktadır. Ayrıca bakteriyosinlerin özellikleri ve genetik temelleri incelenerek bunların organizma tarafından sentezlenmesi ve düzenlenmesinden sorumlu biyokimyasal yollar aydınlatılmaya çalışılmaktadır.

Son yıllarda biyokimyasal yöntemler yanında moleküler yöntemler bakteri tanımlanmasında kullanılmaya başlanmıştır. Tüm bakterilerden 16S *rRNA* çoğaltılmasına sağlayan universal primer kullanılarak bu genin çoğaltılması ve sekanslanması filojenik çalışmalarda standard yöntem olarak yerini almıştır. Bu çalışmada Aydın ve Denizli illeri ve çevresindeki sıcak su kaynakları ve topraktan izole edilen 201 termofilik bakteri antimikrobiyal aktiviteleri açısından taranmış ve içlerinden seçilen 14 tanesinin 16S *rRNA* sekans analizi yapılarak tür tanısı amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Termofilik Bakterilerin İzolasyonu

Aydın ve Denizli’de bulunan sıcak su kaynaklarından ve topraktan örnekler alınmıştır. Örnekler alınırken suyun sıcaklığı ve pH’ı ölçülmüştür. Su örnekleri 200-500 ml’lik steril koyu renkli şişelere; toprak örnekleri steril poşetlere; birikintiler ise steril kaplara alınmıştır. Örnekler alındıktan yaklaşık 4 saat sonra laboratuara getirilmiştir.

Laboratuara getirilen örnekler zenginleştirme amacıyla sıvı Thermus ortamlarına inokule edilmiştir. Daha sonra Caso Agar içeren petrilere ekim yapılmıştır. İzolatların saf kültürleri elde edildikten sonra % 20’lik skim milk içeren tüplere aktararak -20°C’de saklanmıştır.

Antimikrobiyal madde taraması

İzolatların antimikrobiyal madde üretip üretmediklerini belirlemek amacıyla tarama testleri yapılmıştır. Bakteriyosin taraması yapılırken çeşitli metotlar denenmiş ve taramalar bu yöntemlerden en uygun olanı ile (4) yapılmıştır. İzolatların skim milkdeki kültürlerinden Caso agar plaklarına kürdanla çizgi ekim yapılmıştır. Petriler 65 °C de 24 saat inkübe edilmiş ve ertesi gün petriler 15 dakika boyunca 254 nm UV ışınına maruz bırakılmıştır. UV ile ışınlanmış petrilerin üzerine içerisinde indikatör bakteri bulunan 5 ml soft agar (%1 agar) dökülmüştür. Soft agarlara eklenen indikatör bakteri yoğunluğu 0.5 MacFarland bulanıklığına göre ayarlanmış ve bu süspansiyondan soft agara 100 µl eklenmiştir. 24 saat 65 °C de inkübasyondan sonra bazı kolonilerin etrafında zonlar gözlenmiştir. Zonların büyüklüğüne göre; +: zayıf; ++:orta; +++:güçlü antimikrobiyal etki olarak değerlendirilmiştir.

DNA İzolasyonu ve Moleküler Tanı

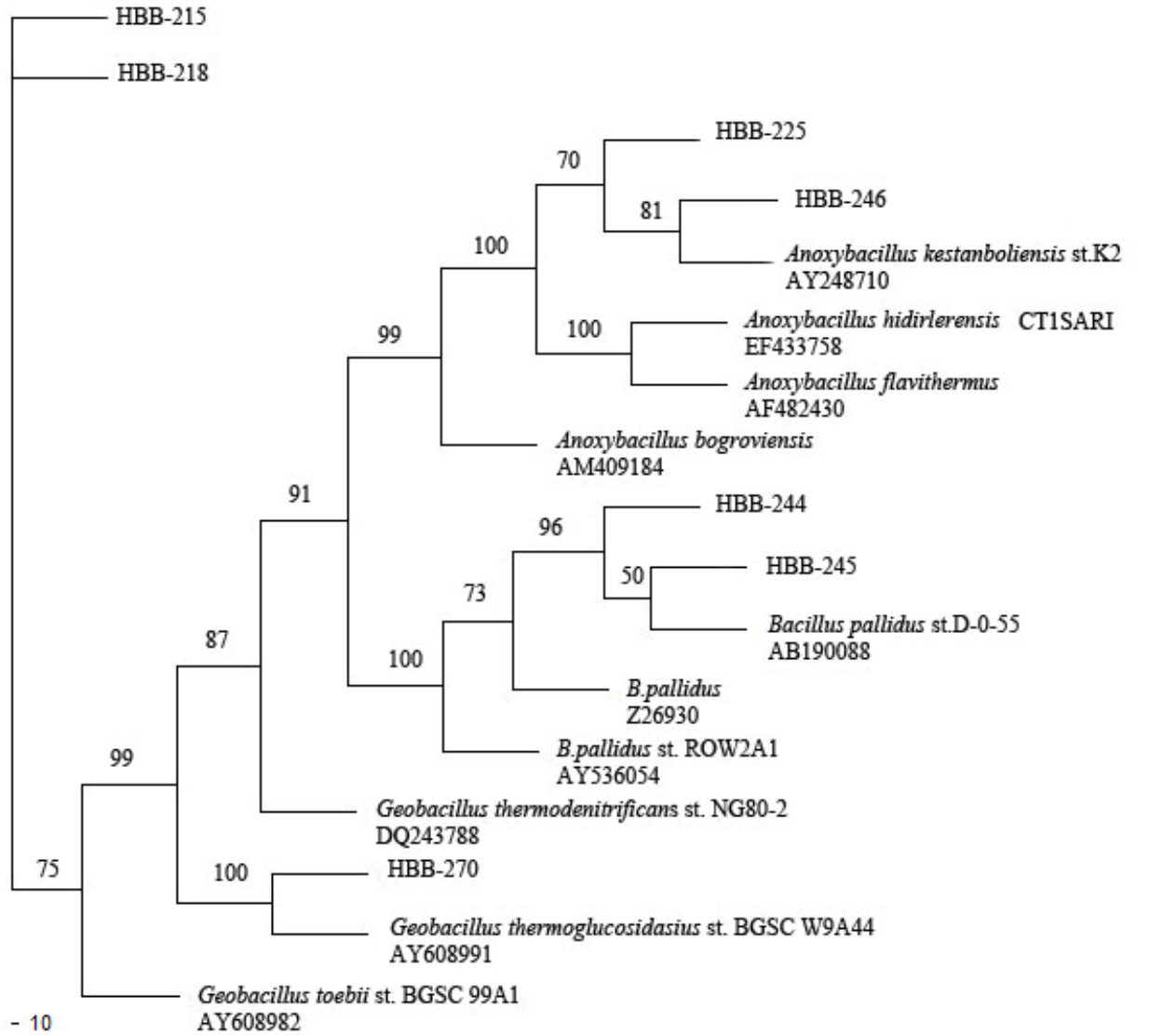
DNA’sı izole edilecek suşlardan CASO agar içeren petrilere ekim yapılmıştır. Ertesi gün gelişen tek kolonilerden triptik soy broth içeren tüplere inoküle edilmiş ve 65°C’de bir gece inkübe edilmiştir. Sıvı ortamda gelişen kültürlerin genomik DNA’ları Ronimus ve ark. tarafından önerilen metot (5) kullanılarak izole edilmiştir. Ünliversal primerler kullanılarak çoğaltılan 16S rRNA geni aynı primerlerle CEQ 8000 (Beckman Coulter, Fullerton, CA) kullanılarak sekanslanmıştır. Sekanslar gen bankası (www.ncbi.nlm.nih.gov) ile Nucleotide-nucleotide BLAST (blastn) programı kullanılarak karşılaştırılmış ve homolojiler belirlenmiştir.

İzolatların kendi aralarındaki filogenetik ilişkiyi belirlemek üzere PAUP* v. 4.0b10 programı kullanılarak neighbor-joining algoritma analizi yapılmıştır. Sekansların

hizalamasında Bioedit programı kullanılmıştır. Yalnızca %50 (%95 CI'ya eşdeğer) 'den yüksek bootstrap değerleri önemli bulunmuş ve NJ ağacında bu değerler belirtilmiştir

SONUÇLAR

√ İzolatların 16S rDNA geninin kısmi (433 bp) sekansı ile genbankasından elde edilen sekans verileri kullanılarak NJ ağacı oluşturulmuştur (Şekil 1). Ağaç oluşturulurken Kimura 2-parameter substitution modeli kullanılmıştır.



√ Gen bankasında yapılan blast analizlerinde 7 izolattan bir tanesi (HBB-270) *Geobacillus thermoglucosidasius*, iki tanesi (HBB-244, HBB-245) *Geobacillus pallidus*, iki tanesi (HBB-215, HBB-218) *Geobacillus toebii*, bir tanesi (HBB-225) *Anoxybacillus flavithermus* ve bir tanesi de (HBB-246) *Anoxybacillus kestanboliensis* ile homolog olarak saptanmışlardır.

√ Denizli'deki sıcak su kaynaklarından izole edilen bakteriler Türkiye'de daha önceden bildirilmiş sıcak su florası raporlarıyla uyumlu bulunmuştur. Pahalı bir yöntem olmasına karşın 16S *rRNA* analizi bakteri tanımlanmasında klasik yöntemlerle birlikte kullanılabilecek bir yöntemdir.

KAYNAKLAR

1. Devlieghere, F., Vermeiren, L., Debevere, J., (2004). New presevation technologies. *International Dairy Journal*. 14: 273-285
2. Klaenhammer, T.R., (1988). Bacteriocins of lactic acid bacteria. *Biochimie*. 70: 337-379
3. Mishra C., Lambert J., (1996). Production of anti-microbial substances by probiotics. *Asia Pasific Journal of Clinical Nutrition*, 5: 20-24
4. Martirani L., Varcamonti M., Naclerio G., Felice M.D. (2002). Purification and partial characterization of bacillocin 490, a novel bacteriocin produced by a thermophilic strain of *Bacillus licheniformis*. *Microbial cell factories* 1:1
5. Ronimus R.S., L.E. Parker, H.W.Morgan (1997). The utilization of RAPD-PCR for identifying thermophilic and mesophilic *Bacillus* species. *FEMS Microbiology Letters*. 47: 75-79.
6. Saitou, N and Nei, M., (1987). The neighbor-joining method: a new method for reconstructing phylogenetic trees. *Mol. Biol Evol.*, 4, 406–425.
7. Swofford, D.L., (2002). PAUP*. Phylogenetic Analysis Using Parsimony (*and Other Methods), Version 4, Sinauer Associates, Sunderland, MA.

FEN VE BİYOLOJİ EĞİTİMİNDE EVRİM ÖĞRETİMİ VE BİLİMİN DOĞASI

Bahar YILMAZ²², Zeki APAYDIN²³

Özet:

Bu çalışmanın amacı fen eğitiminde evrim öğretimi ve bilimin doğası kavramlarının önemine vurgu yapmaktır. Fen eğitimi, evrim öğretimi ve bilimin doğası ile ilgili yurt içi ve yurtdışı kaynaklardan yararlanılarak derleme bir çalışma yapılmıştır. Aynı zamanda *National Science Education Standards* (NRC, 1996) ve *Teaching about Evolution and the Nature of Science* (NRC, 1998) gibi temel bilim eğitimi kaynakları kullanılarak evrim öğretiminin fen eğitimi içindeki yeri ve önemi belirtilmiştir. Evrim öğretimi, önemli biyoloji kavramlarını açıklamasına ek olarak, bilimin doğasını aydınlatmak ve bilimi yanlış algılamalardan ayırmak için de mükemmel bir fırsat sunmaktadır (Farber, 2001; NRC, 1996; NRC, 1998). Buradan hareketle çalışmanın temel amacı, evrim öğretiminin, fen eğitimi ve bilimin doğasının algılanmasında son derece yaşamsal bir fırsat sunduğuna dikkat çekmektir.

Giriş:

Türkiye’de 2001–2002 eğitim-öğretim yılı birinci döneminde uygulanmaya başlanan Fen ve Teknoloji programında fen okur-yazarlığı geliştirilmesi amaç olarak belirtilmiştir (MEB, 2000). Aynı çaba içinde olan bir başka ülke de Amerika Birleşik Devletleridir. Amerika’daki eğitimciler de *Project 2061*’de (AAAS, 1989) anaokulundan başlayarak 12. sınıfa kadar olan fen, matematik ve teknoloji eğitimini geliştirmek amacındadırlar. Bu proje kapsamında 12 yıllık fen öğretimi sonunda, öğrencilerin amaçlanan düzeye ulaşabilmeleri için öğrenmeleri gereken kavram ve prensipler *National Science Education Standards* (Ulusal Fen Eğitimi Standartları) olarak oluşturulmuştur (NRC, 1996).

Okullar ve öğretmenler yukarıda adı geçen proje kapsamındaki standartları rehber alarak fen öğretimi programlarını geliştirebilirler. Ulusal Fen Eğitimi Standartları (NSES), bilimsel bir uygulama ile ilgili kritik kavramların öğrencilere öğretiminin önemini vurgulamaktadır (NRC, 1996). Bu anlamda bu kitaplar, öğretmenlere evrim öğretimi için temel bilgi ve öğretim stratejileri sağlamaktadır (NRC, 1998). *Project 2061*’de (NRC, 1996) ifade edildiği gibi, fen öğretiminin amacı gelecek kuşakların fen okur-yazarlığına katkıda bulunmaktır (AAAS, 1994).

²² Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü, Fen Bilgisi Öğretmenliği A.B.D.

²³ Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü, Sınıf Öğretmenliği A.B.D

Amerikan fen öğretimi standartlarına bakıldığında, fen içerik standartları Türkiye'nin öğretmeyi amaçladığı fen içeriğine benzemektedir. Ancak Türkiye'deki programda birtakım eksikler vardır (Bağcı Kılıç, 2002). Amerikan fen içerik standartları:

- ☑ Fende bütünleşen kavram ve süreçler,
- ☑ Bilimsel araştırma,
- ☑ Fizik bilimi,
- ☑ Canlı bilimi,
- ☑ Yer ve uzay bilimi,
- ☑ Bilim ve teknoloji,
- ☑ Kişisel ve sosyal perspektifle bilim,
- ☑ Bilimin tarihi ve doğası olarak 8 kategoriye ayrılmıştır.

Bir fen programında yukarıdaki 8 kategorinin de bulunması gerektiği, sadece belli bölümler alınarak hazırlanan fen öğretim programının bilim okur-yazarlığını sağlayamayacağı belirtilmektedir (NRC, 1996). Türkiye'nin fen bilgisi programı incelendiğinde ise, genelde fizik bilimi, canlı bilimi, yer ve uzay bilimine önem verildiği görülmekte, bilimsel araştırma program sunulurken uygulanmakta, bilim ve teknoloji ilişkisine ise bazı ünitelerin başında ya da Atatürkçülük ile ilgili konuların başlığı altında yer verilmektedir. Kişisel ve sosyal perspektifle bilim, bilimin tarihi ve doğası temalarının çok fazla işlenmediği görülmektedir (Bağcı Kılıç, 2002).

Fen eğitiminde bilimin doğasının ve bilimsel süreç becerilerinin kazandırılmasına eğitimin ilk yıllarından başlanmalıdır. Bunun bilimsel okuryazarlığın yaygınlaştırılmasına olumlu katkıları olacaktır (Taşar, 2002). Ulusal Fen Eğitimi Standartlarına bakıldığında da, fen eğitimi, anaokulu çağında başlamakta ve 12. sınıfa kadar devam etmektedir. Anaokulunda daha çok öğrenciye gözlem ve deney yaptırılarak çevresinde meydana gelen olayların farkında olması sağlanmaktadır. Okul öncesi dönemde fen çalışmaları sadece deneylerle de sınırlandırılmamalıdır. Öğretmen çocuklara doğa ile ilgili kitaplar okuyabilir. Onlarla hayvanat bahçesi, orman veya bahçe gezileri düzenleyebilir. Tohumlar, kayalar, kabuklar, böcekler ile ilgili koleksiyonlar yapmaları konusunda onları cesaretlendirebilir. Fen eğitimi standartlarında, özellikle biyoloji eğitiminde, öğrencilere seviyelerine göre her sınıfta verilmesi gereken içerik ve kavramlar ve bu kavramların öğrenciye nasıl öğretilbileceği açıkça belirtilmiştir. Buradan hareketle öğrencilerin biyoloji eğitimi sırasında almaları gereken konular şu şekilde sıralanabilir:

5-8. Sınıflar

- ☑ Sistemlerin Yapı ve İşlevleri
- ☑ Üreme ve Kalıtım
- ☑ **Düzenleme ve Davranış**
- ☑ Populasyonlar ve Ekosistem
- ☑ **Organizmalarda Adaptasyon ve Çeşitlilik** (Dünyanın Yapısı, **Yeryüzünün Tarihi**, Güneş Sisteminde Dünya'nın Yeri.)

8-12. Sınıflar

- ☑ Hücre
- ☑ Kalıtımın Moleküler Temelleri
- ☑ **Biyolojik Evrim** (Yeryüzündeki Enerji, Madde Döngüleri, **Yeryüzünün Oluşumu ve Evrimi, Evrenin Oluşumu ve Evrimi.**)
- ☑ Canlılar Arası İlişkiler
- ☑ Canlılarda Madde, Enerji ve Organizasyon
- ☑ Organizma Davranışları (NRC, 1998)

Araştırmalar, geleneksel eğitim yaklaşımlarını kullanarak biyolojik evrimin öğretilmesinin zor olduğunu ortaya çıkarmıştır (Meadows ve ark., 2000; Jensen ve Finley, 1996). Literatür, evrim öğretiminde içerik öğretmekten çok doğal süreçlerin kavratılmasına dayanan, açık uçlu ve daha çok öğrenci merkezli araştırma etkinliklerini içeren öğretme modellerinin kullanılmasını vurgulamaktadır (Passmore ve Stewart, 2002). Özellikle ilköğretim düzeyindeki öğrencilere evrim teorisi ile ilgili kavramlar öğretilirken bilişsel düzeylerine uygun öğretim metotları kullanılmalıdır.

Teaching About Evolution and the Nature of Science (NRC, 1998)'da da belirtildiği gibi evrim teorisi bilimin doğasının önemli bir parçasıdır. NRC (1998), evrim teorisiyle ilgili çok fazla kavram yanılgısı olmasının yanı sıra, evrimin doğru algılanmasında bilimin doğasının anlaşılmasının temel bir faktör olduğuna da vurgu yapmaktadır. Dagher ve BouJaoude'ye (2005) göre evrim teorisiyle ilgili kavramsal zorluklar, bilimsel olmayan açıklamalar ve bilim ile dindeki yanlış algılamalar, öğrencilerin evrim teorisini bilimsel bir teori olarak algılamalarını engellemektedir. Evrimin algılanmasındaki bu aksaklıkların giderilmesinde, “bilimin doğası yaklaşımı” (Passmore & Stewart, 2002) son derece önemlidir. Bir başka yaklaşımla evrim öğretiminin de bilimin doğasının anlaşılmasında çok büyük bir önemi vardır. Evrim öğretimi, fen ve biyoloji eğitimcilerine bilimsel araştırma sürecini ve bilimin doğasını öğretme adına önemli bir fırsat sunmaktadır (NRC, 1996; NRC, 1998). Blackwell ve arkadaşları (2003), evrim öğretimi sürecinde öğretmenlerin kendi yargılarını açıklayacak

yönde bir tavır sergilediklerini de belirtmişlerdir. Bilimin doğasını algılayıştan yoksun bu öğretme tekniği evrim teorisinin algılanmasında önemli bir diğer sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Yapılan çalışmalar, bilimin doğası ile ilgili *yasa, teori ve hipotez* gibi temel kavramlar hakkında biyoloji ve fen eğitimcilerinin yeterli bilgiye sahip olmadıklarını belirtmişlerdir. Ayrıca bu çalışmalarda, eğitimcilerin ve öğrencilerin evrim kavramlarıyla ilgili bilimsel olmayan bakış açılarına sahip olduklarını vurgulanmıştır (Palmer, 1999; Rudolph & Stewart, 1998).

Öğrencilerin evrim teorisi ile ilgili sahip oldukları kavram yanlışlarının bir diğer kaynağı, aynı kavramların günlük kullanımdaki içeriği ve dildeki esnekliktir.

Öğrencilerin evrim teorisini anlamlı bir şekilde öğrenmelerini engelleyen başlıca nedenler şu şekilde sıralanabilir:

- 1) Evrim teorisinin temelini oluşturan *tür, doğal seçim, adaptasyon, mutasyon, varyasyon* kavramları ile ilgili eksiklikler.
- 2) *Teori, yasa ve hipotez* gibi bilimin doğasıyla ilgili kavramlar hakkındaki eksiklikler.
- 3) Bilimsel bilgiyle, geleneksel ve dinsel inançlar arasındaki farklılıkları algılamaya yönelik eksikliklerdir (NRC, 1998; Lawson, 1995; Baker ve Piburn, 1997).

Tüm bu açıklamalar ışığında öğrenciler, bilimsel bilgi ve dinsel inanç ayrımını yapamamaktadırlar (Sinatra ve ark., 2003). Diğer taraftan, Beyrut'ta yapılan bir araştırmada biyoloji bölümü öğrencilerinin, biyolojik evrim teorisi ile var olan dini inançları arasındaki ilişki araştırılmıştır. Öğrencilere, evrim teorisini anlama, evrim teorisi ile din arasındaki çelişkinin gerçek kaynağını algılama, dinin ve bilimin doğasını karşılaştırma gibi konulara yönelik bir seminer verilmiştir. Araştırmanın sonucunda öğrencilere bilimsel bilgi ile değerler ve inançları tartışma fırsatı verilirse, bu durumun bilimsel gerçeklerin doğasını, teorileri ve kanıtları öğrenmeyi ve evrim teorisinin kavranmasını arttıracakları ortaya çıkmıştır (Dagher ve BouJaoude, 1997).

Bilimin doğası kavramı, bir insan uğraşı olarak bilimin sosyal uygulamaları, düzenlenmesi, bilimsel süreçler ve bilimsel açıklama tipleri (teori, yasa vb.) gibi unsurlardan oluşur (Baker & Piburn, 1997; NRC, 1996). Ryder ve arkadaşlarına (1999) göre de bilimin doğası, bilim adamlarının araştırmaya yön veren verileri nasıl topladığını, nasıl yorumladığını ve nasıl kullandığını açıklamaktadır. Bilimin doğasını öğrenmek, bilimin doğası hakkında özellikle de bilimsel çevreleri tarafından ortaya konan, genelleştirilmiş yargıları anlama konusunda bilinçlenmeye ve bilimin içeriğini öğrenmede başarılı olmaya yardım etmektedir (Driver ve ark., 1996).

Harty ve arkadaşları (1991) ise, bilimin doğasını anlamanın bilime karşı olumlu tutum geliştirmeden bağımsız olduğunu, diğer taraftan bilimin yapısını iyi anlamanın bilim ve bilim öğretimine karşı olumlu tutumlar geliştirmeyi etkilediğini göstermiştir.

Öğrencilerin bilimin doğasını anlamalarına ilişkin araştırmalar ortak bulgulara sahiptir. En çok ortaya çıkan bulgular ise, öğrencilerin bilim ve bilim adamı konusundaki anlayışlarının yeterli olmadığıdır (Macaroğlu ve ark., 1999). Bilimin doğası kapsamında kullanılan *teori*, *yasa* ve *hipotez* gibi kavramlar hakkında oldukça fazla yanlışlar (kavram yanlışları) veya eksik bilgiler mevcuttur (Smith ve ark., 1995; Norris & Phillips, 1994). Bu durum özellikle evrim teorisi gibi, toplumsal düzeyde çelişkili olduğu varsayılan bilimsel teorilerin, öğrenciler tarafından algılanmasında ve kabulünde olumsuz etki yaratmaktadır (Apaydın ve Sürmeli, 2006). Bilimin doğasına yönelik diğer araştırmalarda da evrim teorisinin anlaşılmasının nedenleri arasında, *teori*, *yasa* ve *hipotez* gibi kavramlar hakkında yanlışların olduğu vurgulanmaktadır (NRC, 1998; Lawson, 1995; Baker & Piburn, 1997).

Batıda teori ve yasa kavramlarının tanımlanmaları ve bu kavramlar arasındaki ilişkilerin algılanmasındaki sorunlar son 15 yıldır yapılan çalışmalar ile irdelenmektedir. Benzer şekilde var olan bilimsel süreç ve bilimin doğası kavramlarının mekanik olarak algılanmasından kaynaklanan problemler de literatürde birçok kez vurgulanmıştır (NRC, 1998).

Batıda olduğu gibi ülkemizde de bilimsel süreç ve bilimin doğası kavramlarının öğretiminde problemler yaşanmaktadır (Bağcı Kılıç, 2003). Bu nedenle, fen eğitimcileri, fen ve teknoloji programlarında felsefi, psikolojik ve sosyolojik boyutlar bakımından değişikliklere giderek, fen öğretiminin yanında eleştirel düşünme ve bilimsel süreç becerilerini geliştirmeye yönelik, bilimsel araştırma (scientific inquiry) yoluyla fen öğretmeyi amaçlamaktadırlar (Bağcı Kılıç, 2003).

Fen eğitimcileri evrimin temel kavramlarının ve bilimsel niteliğin anlaşılması için teorilerin öneminin kavratılmasına yönelik büyük adımlar atmışlardır (Crawford ve ark., 2005). Yapılan bir araştırmaya göre bilimin doğası ve evrime ilişkin kavramların öğretimi ile ilgili ulaşılabilir eğitim materyallerinde artış mevcuttur. Ancak öğrencilerin evrimi kavramasına yardımcı olabilmek için kullanılması gereken etkili stratejileri tanımlayan sınırlı araştırmalar vardır (Jensen & Finley, 1996). Araştırmalarda birçok lise ve üniversite öğrencisinin bilimsel olarak algılanan evrimsel kavramlar (ki gerçekte öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışları) ile ilgili sağlam bir anlayışa sahip olmadıkları anlaşılmıştır (Southerland ve ark., 2001).

Brumby (1984), tıp öğrencileriyle yürüttüğü bir çalışmada öğrencilerin birçoğunun evrimin *ihtiyacın bir sonucu* olarak devam ettiğini savunan Lamarckçı paradigmayı (bakış açısını) benimsediklerini tespit etmiştir. Bu öğrencilerden lisede biyoloji dersi almış olanlarla yapılan görüşmelerde ise, lise programları Darwin'in evrim teorisini içermesine rağmen, öğrencilerden sadece %10'unun doğal seçim konusundaki düşüncelerini bilimsel açıklamalar ile ifade ettikleri ortaya çıkmıştır. Ayrıca çalışmalar, bilim adamlarına özgü korelasyonel (ilişkisel), eleştirel ve olasılıklı düşünme stratejilerinin öğrenciler tarafından etkin bir biçimde kullanılmadığını vurgulamaktadır (Southerland ve ark., 2001). Dahası, araştırmacılar birçok öğretmenin evrim teorisinin kavramlarını öğretmek için duygusal ve kavramsal açıdan mesleki zorluklara sahip olduklarını vurgulamaktadırlar (Meadows ve ark., 2000). Fen öğretimini iyileştirmek için yapılan düzeltmelere ve çabalara rağmen, bu bulgular halen mevcuttur.

Tüm bu literatür ışığında, öğretmen ve öğrencilerde evrim teorisi ve bilimin doğasına yönelik ciddi kavram yanlışları ve bilgi eksiklikleri olduğu görülmektedir. Literatürde de belirtildiği gibi, modern biyolojinin temel yapıtaşı olan evrim teorisi gibi yerleşik bir teorinin (Lawson, 1995) bilinmesi son derece önemlidir. Bu nedenle evrim teorisini öğretecek olan öğretmen adaylarının bilimsel araştırma süreci, bilimin doğası ve evrim öğretimine gereken önemi vermeleri beklenmektedir.

Sonuçlar ve Öneriler:

Literatür gösteriyor ki, öğrencilerin ve öğretmenlerin evrim teorisi ve bilimin doğası ile ilgili bilim dışı bakış açıları hala devam etmektedir. Bilimin doğası ve bilimsel süreç becerileriyle ilgili çalışmalar, eğitim öğretimin her düzeyindeki öğrencilerin özellikle bilim eğitimcisi olacak öğretmen adaylarının ve hatta deneyimli bilim öğretmenlerinin de teori ve yasa kavramları hakkında önemli yanlışlara sahip olduğunu ortaya koymaktadır (Sandoval & Morrison, 2003). NRC (1996), bilimin doğası ile ilgili teori, yasa, hipotez, kanıt, model gibi temel kavramlara yönelik kavram yanlışlarının düzeltilebilmesi için bilimin doğası ve bilim tarihi temelinde, temel kavram bilgisinin kazandırılmasına vurgu yapmaktadır.

Türkiye'de de yeni geliştirilen fen ve teknoloji programının *ilkeler temelinde* standartları karşıladığı; ancak programın uygulaması olan yeni fen ve teknoloji ders kitaplarının özellikle bilim ve teknolojinin doğası, bilim, teknoloji ve toplum boyutları bakımından standartları karşılamadığı görülmektedir (Apaydın ve ark., 2006; Bağcı Kılıç ve ark., 2006, Taşkın ve ark., 2006). Buradan hareketle, özellikle Türkiye'de basılan fen ve teknoloji ders kitaplarının bilimin doğası ve bilim, teknoloji ve toplum boyutları bakımından gözden geçirilmesi,

kitaplardaki bilimin doğası ile ilgili tanımların ve öğretmen adaylarındaki kavram yanlışlarının giderilmesi için eğitim fakültelerindeki uzmanlardan akademik yardım alınması bilimin doğasının ve bilimsel araştırma sürecinin anlaşılması açısından çok yararlı olacaktır. Ayrıca, hem program geliştirme hem de ders kitaplarının hazırlanması sırasında Eğitim fakülteleri ile Milli Eğitim Bakanlığının işbirliği içinde olmaları önerilmektedir.

Kaynaklar:

- AAAS (American Association for the Advancement of Science). (1989). *Science for all Americans: Project 2061*. Newyork: Oxford University Press.
- American Association for the Advancement of Science. (1994). *Benchmarks for science literacy*. New York: Oxford University Press.
- Apaydın, Z., & Sürmeli, H. (2006). Üniversite öğrencilerinin evrim teorisiyle ilgili tutumları. Ö. Genç, (Ed.), *Evrım, bilim ve eğitim* (1. Baskı) içinde (219-247). İstanbul : Nazım Kitaplığı.
- Apaydın, Z., Taş, E., & Özsevgen, T. (2006, Eylül). *İlköğretim 4. sınıf fen ve teknoloji programının içerik açısından değerlendirmesi*. XV. Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresi 'nde sunulan bildiri. Muğla Üniversitesi, Muğla.
- Bağcı Kılıç, G. (2002). *İlköğretim Fen Bilgisi Programında Canlılar ve Çevre İle İlgili Kavramların Veriliş Sırasının İrdelenmesi*, V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi'nde sunulan bildiri, ODTÜ, Ankara.
- Bağcı Kılıç, G. (2003). Üçüncü uluslar arası matematik ve fen araştırması (TIMSS): Fen öğretimi, bilimsel araştırma ve bilimin doğası. *İlköğretim-Online*, 2(1), 42-51. <http://ilkogretim-online.org.tr/vol2say1/v02s01f.pdf> adresinden 10.04.2007 tarihinde alınmıştır.
- Bağcı Kılıç, G., Haymana, F., & Bozıylmaz, B. (2006, Eylül). *İlköğretim fen ve teknoloji öğretim programının bilim okuryazarlığı ve bilimsel süreç becerileri açısından analizi*. XV. Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresi 'nde sunulan bildiri. Muğla Üniversitesi, Muğla.
- Baker, D. R., & Piburn, M. D. (1997). *Constructing science in middle and secondary school classrooms*. Needham Heights, MA : Allyn & Bacon.
- Blackwell, W. H., Powell, M. J., & Dukes, G. H. (2003). The problem of student acceptance of evolution. *Journal of Biological Education*, 37(2), 58-67.
- Brumby, M. N. (1984). Misconceptions about the concept of natural selection by medical biology students. *Science Education*, 68, 493-503.

- Crawford, B. A., Zembal-Saul, C., Munford, D., & Friedrichsen, P. (2005). Confronting prospective teachers' ideas of evolution and scientific inquiry using technology and inquiry-based tasks. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(6), 613-637.
- Dagher, Z. R., & BouJaoude, S. (2005). Students' perceptions of the nature of evolutionary theory. *Science Education*, 89, 378-391.
- Driver, R., Leach, J., Millar, R., & Scott, P. (1996). *Young people's images of science*. Buckingham: Open University Press.**
- Harty, M., Samuel, J. V., & Andersen, H. O. (1991). Understanding the nature of science and attitudes toward science and science teaching of pre-service elementary teachers in three preparation sequences. *Journal of Elementary Science Education*, 3(1), 13-21.
- Jensen, M. S., & Finley, F. N. (1996). Changes in students' understandings of evolution resulting from different curricular and instructional strategies. *Journal of Research in Science Teaching*, 33 (8), 879-900.
- Lawson, A. E. (1995). *Science teaching of the development thinking*. Belmont, CA: Wadsworth Publishing Company.
- Macaroğlu, E., Baysal, Z., N., & Şahin, F. (1999). İlköğretim öğretmen adaylarının bilimin doğası hakkındaki görüşleri üzerine bir araştırma. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi, Özel Sayı(10)*, 55-62.
- Meadows, L., Doster, E., & Jackson, D., F. (2000). Managing the conflict between evolution and religion. *American Biology Teacher*, 62, 102-107.
- M.E.B (Milli Eğitim Bakanlığı). (2000). İlköğretim fen bilgisi dersi (4,5,6,7,8. sınıf) öğretim programı, *MEB Tebliğler Dergisi*, 63, 2518, Kasım 2000.
- Moore, R., Mitchell, G., Bally, R., Inglis, M., Day, J., & Jacobs, D. (2002). Undergraduates' understanding of evolution: Ascriptions of agency as a problem for student learning. *Journal of Biological Education*, 36(2), 65-71.
- Norris, S., & Phillips, L. (1994). Interpreting pragmatic meaning when reading popular reports of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 31, 947-967.
- NRC (National Research Council). (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- NRC (National Research Council). (1998). *Teaching about evolution and the nature of science*. Washington, DC: National Academy Press.

- Palmer, D. H. (1999). Exploring the link between students' scientific and nonscientific conceptions. *Science Education*, 83, 639-653.
- Passmore, C., & Stewart, J. (2002). A modeling approach to teaching evolutionary biology in high schools. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(3), 185-204.
- Rudolph, J. L., & Stewart J. (1998). Evolution and the nature of science: On the historical discord and its implications for education. *Journal of Research In Science Teaching*, 35 (10), 1069-1089.
- Ryder, J., Leach, J., & Driver, R. (1999). Undergraduate science students' images of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(2), 201-219.
- Sandoval, W. A., & Morrison, K. (2003). High school students' ideas about theories and theory change after a biological inquiry unit. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(4), 369-392.
- Sinatra, G. M., Southerland, S. A., McConaughy, F., & Demastes, J., W. (2003). Intentions and beliefs in students understanding and acceptance of biological evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 510-528.
- Smith, M. U., Siegel, H., & McInerney, J. D. (1995). Foundational issues in evolution education. *Science & Education*, 4, 23-46.
- Southerland, S. A., Sinatra, G. M., & Matthews, M. (2001). Belief, knowledge, and science education. *Educational Psychology Review*, 13, 325-351.
- Taşar, M. (2002). *Bilim hakkında görüşler anketi. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi'nde sunulan bildiri.* ODTÜ, Ankara. 10.08.2006 tarihinde www.Fedu.metu.edu.tr/ufbmek/b_kitabi/PDF/OgretmenYetistirme/Bildiri/+307d.pdf adresinden alınmıştır.
- Taşkın, Ö., Çobanoğlu, E., O., Apaydın, Z., Çobanoğlu, İ., H., Yılmaz, B., ve Şahin, B. (2006, Eylül). *Lisans öğrencilerinin teori kavramını algılayışları. XV. Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresi'nde sunulan bildiri.* Muğla Üniversitesi, Muğla.

FRANSA’DA ORTAÖĞRETİM İKİNCİ SINIF DERS KİTAPLARINDA “EVİRİM”

Burcu GÜNGÖR, Sami ÖZGÜR
Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim OFMA Biyoloji Eğitimi A.B.D

Özet

Ders kitapları, hem öğretmenlerin hem öğrencilerin kaynak olarak kullandıkları öncelikli araçlardır. Ders kitaplarının sahip oldukları içerik kadar, içerdikleri şekil, resim ve tablolar da öğrenmeye etki etmektedir. Günümüzde öğrenme üzerine yapılan pek çok araştırma ders kitaplarının öğrenen üzerinde öğretmen kadar etkili olduğunu göstermektedir.

Bu çalışmanın amacı, orta öğretim düzeyinde Fransa’da okutulan ders kitaplarında evrim konusunun hangi düzeylerde, ne şekilde ele alındığının saptanmasıdır. Bu amaçla, Fransız öğretim programının içeriği ve okutulan ders kitapları incelenmiştir. İnceleme sonucunda ilköğretimde, tüm canlıların ortak bir orijinden geldiği fikri, ortaöğretim birinci sınıfta, bu ortak orijin fikrinin, hücre yapısı, genetik maddelerin doğası ve homolog genlerin varlığı ile desteklenmesi, ikinci sınıfta ise farklı gruplar ve türler arasındaki akrabalık ilişkilerinin kurulmasına yardımcı olacak metotların anlaşılmasına çalışıldığı görülmüştür. Yapılan çalışmada ortaöğretimde metotların ne şekilde verildiğini belirlemek amacıyla ikinci sınıf ders kitapları incelenmiş ve örnekler seçilmiştir.

Günümüzde yeniden yapılandırılan biyoloji öğretim programında evrim konusu tasarlanırken incelenen içerik ve materyallerden yararlanılabileceği düşünülmektedir.

Giriş:

Bu çalışmada, Fransa’da, Bordas yayınevi tarafından basılan, onuncu sınıf düzeyinde “Sosyal” bölümünde okutulan, Raymond Tavernier ve Claude Lizeaux koleksiyonunda bulunan 10 yazarlı bir komisyonca yazılan “Science de la Vie et de la Tere” 1 re ES ders kitabının son ünitesi olan “Evrimde İnsanın Yeri”nin nasıl yer aldığı incelenmiştir. İnceleme sonucunda aşağıdaki bulgulara rastlanmıştır.

Bulgular:

“Evrimde İnsanın Yeri” ünitesinin başında konuyla ilgili programın üniteyle ilgili kavramları ve içeriği verilmiştir. Programın bu üniteyi üç ana başlık altında işlediği görülmektedir. Bu başlıklar:

- “Ortak Ata Arayışı”
- “Evrimin Mekanizmaları”
- “ Homo Cinsinin Ortaya Çıkışı” dır.

Kitapta “Evrimde İnsanın Yeri” Ünitesi iki bölüm altında işlenmektedir.

- 1) Ortak ata arayışı,
- 2) Homo cinsinin oluşumu.

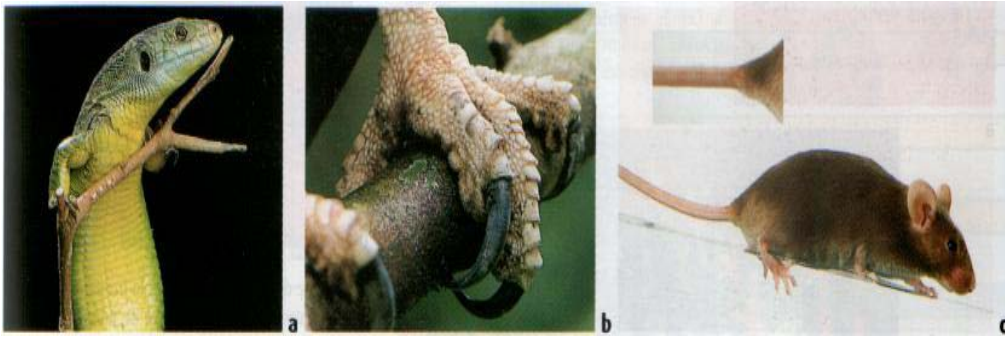
Birinci bölüm 7 aktiviteden oluşmuştur. Aktiviteler ve içerikleri şu şekildedir:

Aktivite 1

a - Canlıların Sınıflandırılması: Omurgalılar Örneği

Bir gruba aitliği gelişmiş ortak özellikler belirler. Bunun için tetrapodların deri farklılaşmaları üzerinde durulmuştur. Resimli örneklerle bunlar gösterilmiştir. Bu bağlamda karakterin gelişmiş ve primitiv halinden bahsedilmektedir. Örnek olarak, sadece kuşlarda deri tüyle kaplıdır fakat kuşların ayaklarındaki pulcuklar sadece kuşlara özgü bir karakter değildir, bu tür pulcuklara sürünenlerde de rastlanmaktadır.

Şekil 1 Tetrapodların deri farklılaşmaları



Kuşlardaki tüy gelişmiş karakter olarak kabul edilirken, pullar ise kuşların dışındaki gruplarda da görüldüğü için bu karakter primitiv olarak kabul edilmektedir. Tüy sadece kuşlara ait bir özelliktir. Kuşlardaki tüylerin ortak atalarındaki primitiv karakterli pulcukların modifikasyonu sonucu ortaya çıktığı varsayılmaktadır.

Etkinlik sonuna şemayla bu özellik gösterilmiştir.

b- Paylaşılan Karakterlerden Hareketle Soy Ağacı Yapmak

Canlılar arasında akrabalık ilişkisini kurmak için basit bir yöntem önermekte. Bu yöntemde canlı grupları arasındaki ortak karakterlerin sayısı ve akrabalık derecesini ilişkilendirmeyi öneriyor. Ortak karakter sayısı ne kadar çok ise akrabalık ilişkisi o kadar kuvvetli olur. Ardından akrabalık ilişkilerini yorumlamak için, ortak karakterlerin verildiği tablolar ve grafikler verilmiştir.

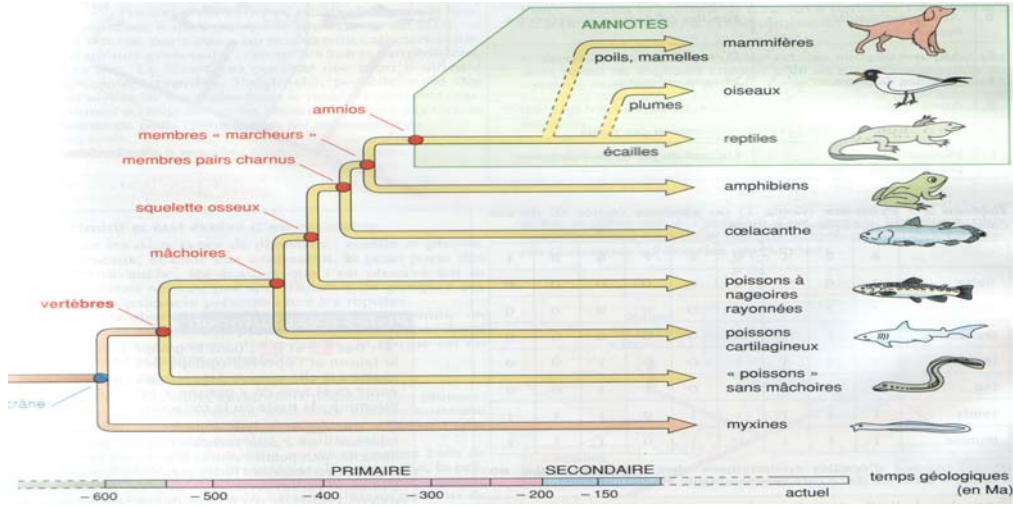
Akrabalık ilişkisi bu bölümde anatomik ve morfolojik temelli yapılmaktadır.

Aktivite 2

a- İnsanın omurgalılar arasındaki Yeri

Bu aktivitede, omurgalıların evrim takviminden bahsetmektedir. Burada filogenetik sınıflandırma kavramı işlenmekte ve bu alt bölümde oluşturulan soy ağacı da filogenetik ağaç olarak tanımlanmaktadır. Filogenetik ağaç ile ilgili verilen örnek aşağıdaki gibidir.

Şekil 2. Filogenetik ağaç örneği



b. Özel karakterler İnsan ve Onun Yakın Akrabalarını Tanımlar

Memeliler arasında insan ve 185 tür ortak gelişmiş karaktere sahiptir. Bunların hepsi primatlar takımını oluşturur.

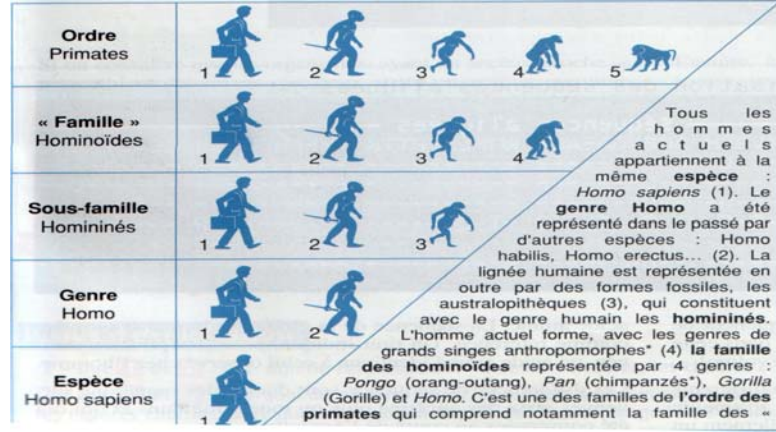
Şekil 3. Primitif ve gelişmiş karakterler



- Beş parmağa sahip olmak primitif bir karakter olmasına rağmen bunların özel dizilişi gelişmiş karakter olarak kabul etmemize neden olur. Baş parmak diğer parmaklara zıt buda ellerin nesneleri hissetmenizi sağlar. İnsan dışındaki primatlarda bu durum ayak parmakları içinde geçerlidir.
- Primatlarda tırnaklar yassıdır.
- Parmak uçları zengin duyu reseptörlerine sahiptir.
- Olağanüstü rölyef algılamaya adapte olmuş bir görme mekanizmasına sahiptirler. Yüzün önünde büyük boyutta orbitler vardır. Buda primatlara çok geniş binoküler görüş alanı sağlamaktadır.

- İyi gelişmiş kortekse sahip oldukça büyük bir beyine sahiptir. İnsan türünde bu maksimum seviyeye ulaşmıştır.

Şekil 4. Primat takımının üyeleri



Aktivite 3

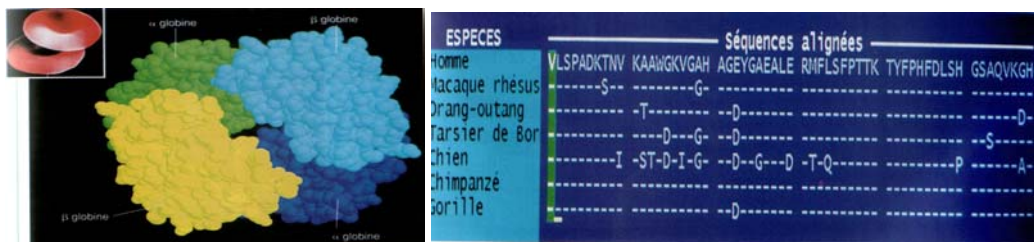
Moleküler verilerden hareketle kurulmuş akrabalık ilişkileri

Yüzyıllar boyu canlıların akrabalık ilişkileri sadece morfolojik, anatomik, embriyolojik veya paleontolojik verilerden hareketle kuruluyordu. Son yıllardan bu yana proteinlerin (DNA) karşılaştırmalı analiz metodu sayesinde evrimin anlaşılmasına yardımcı olacak çok önemli bir metot haline gelmiştir.

a- Homolog Molekül Kavramı

Farklı türlere ait benzer yapı ve işlev gösteren fakat amino asit diziliminde varyasyonlara sahip moleküllere homolog molekül denir. Bu kavramı açıklayabilmek için, insan ve tetrapod omurgalıları bulanan hemoglobin molekülünü karşılaştırması yapılarak homolog molekül kavramı işlenmiştir. Bu karşılaştırmada alfa globinin aynı yapıda ve sayıda amino asite sahip olduğu gösterilmiştir. Fakat amino asit sırasında bazı farklılıklar olduğunu göstermiştir. Alfa globinin tetrapodlara ait farklı türlerin amino asit dizilimi karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

Şekil 5. Homolog molekül örneği ve amino asit dizilimi





b- Filogenetik soy ağacı yapımı

Homolog moleküllerdeki amino asit dizilimi örneğinden hareketle canlı grupları arasındaki uzaklık matrisi hesaplanarak akrabalık ilişkisi moleküler benzerlik açısından hesaplanmış ve bu verilerden hareketle soy ağacı oluşturulmuştur.

Aktivite 4

Türlerin Evrimi Sırasında Yeni Genlerin Oluşumu

a- Multigenik aile Kavramı

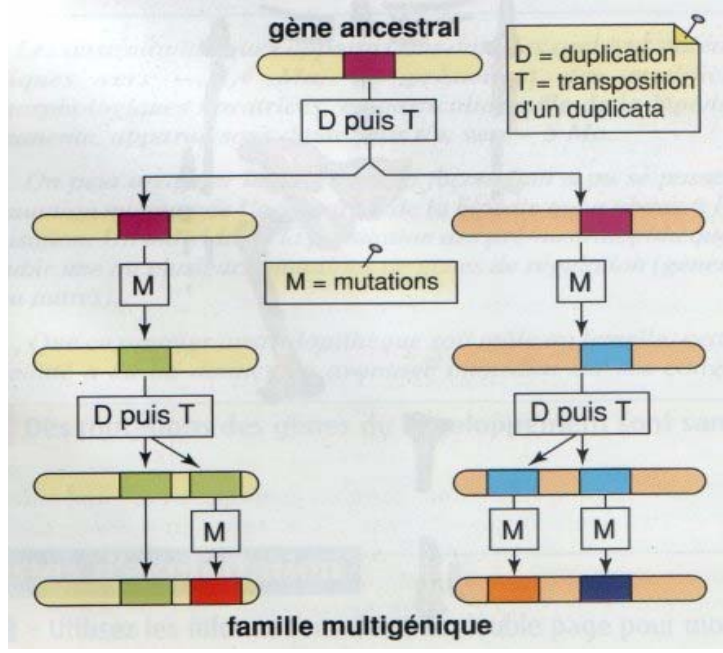
Globinin alfa ve beta olduğundan bahsetmiştik. Ancak alfa ve beta dışında da insan globinleri mevcuttur. Bunların bazıları çok seyrek bulunurlar. Hatta bazıları sadece hayatın bazı dönemlerinde (örneğin fetüste) bulunabilir. Bu globinlerin her biri özel bir gen tarafından kodlanmaktadır. Bu genlerin kromozomlar üzerindeki yeri bilinmektedir.

Bu globinlerin her birinin amino asit dizilimleri verilmiştir. Ve bu globinlerin homolog molekül olduğu söylenmiştir. Bu homologluk genler arasında da homologluğa neden olmaktadır. Buradan da multigenik aile kavramı ortaya çıkmaktadır.

b- Multigenik Ailenin Orjini

Filogenetik soy ağacı yapımında da olduğu gibi, insanda bulunan globin çeşitleri arasındaki matris oluşturularak akrabalık ilişkisine bakılmıştır. Aşağıdaki şekil verilerek ata genden multigen ailesinin nasıl oluştuğunu anlatan bir şema verilmiştir.

Şekil 6. Multigen oluşumu



Zamanla genlerin multigen haline dönüştüğüne dair örnekler verilmiştir. Örneğin çenesiz balıklarda hemoglobin tek bir globin içerirken zamanla ortaya çıkan diğer tüm omurgalılarda en az iki çeşit globin görülmektedir. Primatlarda ise duplikasyon ve mutasyon sonucunda sayının arttığı görülmektedir.

Aktivite 5

Gelişim genlerinin önemi: İnsan Örneği;

- a- Çift ayaklılığın kazanımı, insan olmaya giden önemli bir aşama
 - Ayak izi örneği
 - Lucy kalıntıları
- b- Önemli Anatomik Modifikasyonlar
 - Şempanze, Austropithes ve homo örnekleri üzerinde leğen ve uyluk kemiği anatomik karşılaştırılması yapılmıştır. Hox geni üzerinde oluşan mutasyonlar sonucu austropitheslerin ayağa kalktığı ve boyca daha büyük olmalarına ve dominant hale gelmelerine neden olmuştur. Ve bu gen nesillere aktarılmıştır.

Aktivite 6

Çevrenin sınamasına sunulan genetik yenilikler

- a- Doğal seleksiyona güncel bir örnek (sanayi devrimi ve kelebekler)

Şekil 6. Doğal seleksiyon örneği



b- İnsan evrimini etkileyen İklimsel Değişiklikler (coğrafik izolasyon, Afrikanın doğusundaki sıradağların oluşumundan sonraki oluşan farklı iklimlerin oluşması ile ortak atadan gelen canlıların farklılaşmaları)

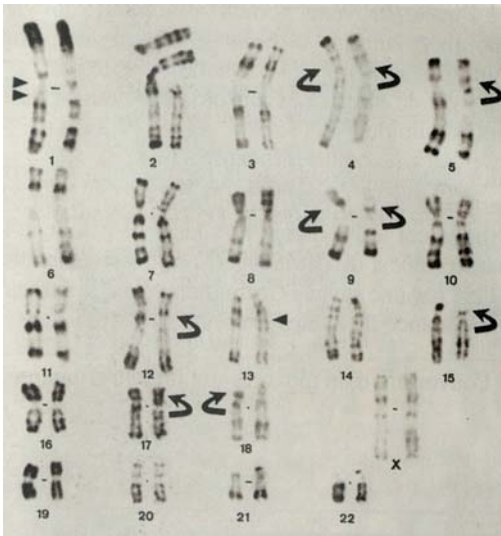
Aktivite 7

Şempanze ve İnsanın ortak atasının arayışı

Homolog moleküllerin araştırılması sonucu insana en yakın akraba olarak şempanzeler olduğu görülmektedir. Hipotetik olarak onlar ortak ataya sahip olmalı ve bu ortak ata beş milyon yıl önce yaşamış olması gerekmektedir. Fakat henüz bununla ilgili olarak bir fosil bulunamamıştır.

a. İnsanlar ve şempanzelerin ortak paylaştıkları özellikler:

Şekil 7. Kromozom seviyesindeki benzerlikler



- Kromozom seviyesinde benzerlikle 13 çift kromozom birebir aynı olduğu görülmekte, diğer kromozomlardaki gözlenen modifikasyonlarda oldukça küçüktür.

- Gen seviyesinde benzerlikler: % 99'dan fazla birebir benzerlik görülmektedir.

b. Ortak atadan miras kalan bazı davranışlar

- araç yapımı ve kullanımı
- sosyal yapılanma ve davranışları da benzemekte.

İkinci Bölüm

İnsan cinsinin oluşumu beş aktivite altında incelenmiştir.

Bu aktiviteler, insan cinsinin oluşumu, Afrika'dan göçü, İnsanlaşmaya giden beyin gelişimi (insanlaşma için önemli bir adım), günlük hayatı devam ettirebilmek için araçların yapımı ve kullanılmaya başlanması ve çok eski sanatsal ve kültürel kanıtların incelenmesi şeklinde yapılmıştır.

Yorum:

Günümüzde yeniden yapılandırılan biyoloji öğretim programında evrim konusu tasarlanırken incelenen içerik ve materyallerden yararlanılabileceği düşünülmektedir. Örneklerden de görülebileceği gibi konu kavramların tanımları öğrenciye doğrudan verilmeden, muhakemeye dayalı etkinlikler şeklinde işlenmiş, sonuca bireyin kendisinin ulaşması sağlanmaya çalışılmıştır.

Kaynakça:

1. Tavernie R., Lizeaux C. ve diğerleri. (2001) **Science de la Vie et de la Terre** 1^{re} ES . Bordas Yayınevi. Fransa.

21.YÜZYILDA EVRİMİN BİLİMDEKİ KONUMU VE UYGULAMA ALANLARI

Nasip DEMİRKUŞ* Özlem CİHANGİR*

Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Orta Öğretim Fen ve Matematik Bölümü, VAN

ÖZET

Bildiride, son gelişmeler dikkate alınarak; canlı, cansız ve yarı canlı varlıklar (spor, tohum vb.) arasındaki ilişkilerin tanımları yapılacaktır. Bu tanımlar çerçevesinde evrimin enerji hallerine dayalı tanımı yapıldıktan sonra aşağıdaki soruların tümüne kanıtlayıcı yanıt olabilecek ortak bilgiler çerçevesinde; Flip Album sanal kitabından slayt, film ve makalelerden oluşmuş sunu yapılacaktır.

<http://www.biyolojiegitim.yyu.edu.tr/ders/ev/evr.html>

Sonuç olarak uzay çağında ve gelecekte evrim-teknoloji ilişkisinin, kullanım ve uygulama alanlarıyla ilgili kesin bilgiler verilecektir.

Evrim bilimi gerekli midir? Evrim kuramı ileri sürülmeseydi ne olurdu? Evrim kuramı ileri sürülmeden önce evrimle ilgili bilgi var mıydı veya biliniyor muydu? Evrim teorisi bir buluş mu, araç mı, keşif mi, gerçek mi, yalan mı, yakıştırma mı? İnsan evrimi aşabilir mi? Evrimin mi kanunları, prensipleri ve kuralları olur yoksa kuralların ve kanunların mı evrimi olur? Evrimin prensipleri olmalı mı yoksa olmamalı mı? Bilim nedir? Temel olarak kaç alt dala ayrılır? Felsefe Beşeri Bilimlerini, Evrim Fen Bilimlerini ne kadar tevhit eder?

<http://www.biyolojiegitim.yyu.edu.tr/ders/ev/evs.htm>

Anahtar Kelimeler: 21. Yüzyılda, Evrimin Konumu, Uygulama Alanları

GİRİŞ

21.Yüzyılda gelişen teknoloji ve çığ gibi büyüyen bilimsel bilgi yığını içinde; evrime ait bilgilerin evrimin bilimdeki konumu ile ilişkilendirilip disiplinize edilmesi son derece önemlidir. Eğer bu gerçekleştirilmezse bilgi ve teknoloji yığını içinde; özgünlüğüne liyakati ile kavuşmamış kaos tartışmaları ile çıkmaza girmiş bir evrim bilimi ile baş başa kalırız. Bunun için her bilim dalının liyakatli ve multi disiplinler bir bilim anlayışı ile 21. yüzyılda kendi konumunu ve hedefini belirlemesi zorunlu gözükmektedir.

Evrimle İlgili Bazı Temel Kavramlar

Enerji: Bilinen tüm varlıkların meydana geldiği ve geri dönüştüğü toplam (total) potansiyel gücü ifade eden bir kavramdır. İstisna hariç tüm enerji miktarı ve kapsamı tüm varlıklardan daha büyük bir kavramdır. Enerji tüm varlıkların kişilik kazandığı ve şekillendiği hamuru gibidir.

Kâinatta çeşitli enerji halleri mevcuttur. Ör. katı, sıvı, gaz, ısı, ışık..vb. Enerji doğal ve sanal enerji döngüleriyle hal değiştirir. Sanki enerji kainattaki ilk haline meyilli hal değiştirerek hayat buluyor. Şöyle ki enerji hal değiştirmeden uzun süre dengede duramamakta veya dengesizliğe (hal değiştirmeye) meyilli toplam(total) varlık hamuru halleri gibi gözükmektedir. Doğa, hala doğa ötesine doğru genişlemektedir. Enerji hiç bir zaman israf olmayacak bir döngü içinde devamlı varlıkların kisvesi altında (varlık olarak) hal değiştirerek ömrünü geleceğe taşımaktadır. Büyük kıyametle (kainatın ölümü ile) kainattaki tüm enerji halleri ya da toplam kainat enerjisi ölecek, yani aslına veya orijinine geri dönecektir.

Enerji Hallerinin Dönüşüm Prensipleri: Her enerji hali, bulunduğu veya değişen koşullara bağlı olarak, orijine doğru en ekonomik eşik minimum farklı enerji haline/lerine dönüşmeye meyillidir.

Enerji Hallerinin Evrimi: Filogeni ve ontogeni bakımından kainatın oluşumundan bugüne kadar tüm varlıklardaki enerji hallerine ait döngülerin, kronolojik olarak ortaya çıkışları, ortadan kayıp oluşları, birbirine dönüşümleri, hal değiştirmeleri vb. ile ilgili süreç ve olguları ifade eden evrimle ilgili kavram-deyimdir.

Enerji hallerinin Filogenisi;Kainatın oluşumundan, ölümüne kadarki oluşan enerji hallerinin belli koşullarda bir birine dönüşüm eğilimlerini ifade eden kavram deyimdir. Ör. canlı ortamlarda ATP ve ADP enerjisi hallerinin birbirine dönüşmeye meyilli oluşu.

Enerji halleri Döngüsü;Belli ortamlarda çeşitli enerji hallerinin bir arada biri birine dönüşüme meyilli döngüsünü ifade eden kavram deyimdir. Ör;bazı canlılarda ki krep döngüsü. Önemli olan bu mantık sistemini tüm varlıklara ve kainata güncellemektir.

Genel Enerji Halleri:

1-Zihinde Kavramsal ve İmaj Enerji Halleri: Zihnimizde bulunan ve üretilen bilgilerin kavramsal ve imaj olarak kodlanmış enerji halidir. Aynı zamanda bilinçaltında kavramlarla ilgili depolanan bilinçaltı ve zihinsel altyapı enerji halleridir. Örneğin; Aşk, sevgi ve evrim nedir sorularına zihinde harekete geçen tepki yada enerji halleridir.

2-Zihinde Düşünsel Enerji Halleri: Tefekkür ve düşünmekle üretilen; pozitif, negatif, nötr yani olumlu (+) olumsuz (-), nötr (0) varyasyon ve diğer enerji halleridir. Örneğin; Zihinde senaryolar üretmek.

3-Bedensel Enerji Halleri: Genellikle ısı, ışık, ses, katı, sıvı, gaz, jel vb. enerji halleridir.

4-Duyusal ve Zihinsel Enerji Halleri: Zihinsel sanal araçlar ve mevcut duyularımızla ilgili enerji halleridir. Zihin bir düşünsel havuzdur. Örneğin; zeka, akıl, mantık zihinsel sanal araçlarımızdandır.

5-Diğer Enerji Halleri: Yukarıdaki kategorilere girmeyen enerji halleridir.

Filogeni: Bir taksona ait canlı grubunun gerçek hayat hikayesini ifade eder.

Ontogeni: Bir taksona ait ferdin gerçek hayat hikayesini ifade eder.

Bilim: Doğadaki pozitif öncelikli bilgilere dayalı tüm bilim dallarındaki toplam bilgi ve uygulamaları içeren en kapsamlı kavramlardan biridir. Bilim, daha çok objektif verilere dayalı olarak gelişip ilme doğru emekler. Daha çok öğretim kavramı ile ilişkilidir. Bilim varlıkları, olguları, olayları ve süreçleri tanımak için bir araçtır. Bilimi bilgilerimizle işletip, hayata uyguluyoruz. Bilim; varlık ve enerji arasında araçtır, bilgi ise veri tabanıdır.

İlim: Bilime ilave olarak;ahlakı, doğa ötesini ve tasavvufu içeren en geniş bilgi havuzunu temsil eden kavramdır.İlim daha çok eğitim kavramı ile ilgili olup, beşeri merkezli olarak bilime doğru ulaşır.

Bilimsel Açıdan Doğa Ötesi: Bilim açısından henüz genişleme boyutuna ulaşılmayan doğanın geleceğini ifade eder.

İlim Açısından Doğa Ötesi: Beşeriyetin madde aleminden (evren, dünya) madde ötesine tüm sanal dünya/lar vb. iç alemi kast edilmektedir.

Bilgi: Doğadaki subjektif-objektif varlık, olay ve olgularla ilgili genellikle duyularımızla zihnimize özümşenen, alınan, giren veya zihinsel operasyonla ürettiğimiz ürünlerin zihnimizde bıraktığı; dinamik anlamlı imaj, kavramsal ve ilişkisel kalıntılardır. Bilinçli veya bilinçsiz edindiğimiz bilgileri zihnimize-belleğimize yerleştirip, gerekirse bu bilgileri kullanarak yeni bilgiler üretiriz. Kısaca bilgi; varlıklar hakkında bilinen veya zihinsel olarak üretilen ve zihnimizde kodladığımız; anlamlı imaj, kavram ve ilişkisel veri halleridir. Bilgi, bilimin havuzu içinde yer alır. İşlenmesi ve hayata uygulanması için bilim gereklidir. Bir bakıma bilgilerimiz bilimin veri tabanlarını teşkil ederler. Bilim; varlık ve enerji arasında araçtır, bilgi ise veri tabanıdır

Varlık: Özgün enerji hali veya doğa ve doğa ötesinde çeşitli enerji halleri şeklinde özgünlükleri ile temsil edilen kişiliklerdir. Varlığın kişiliği, enerjinin ise halleri vardır. Bilim; varlık ve enerji arasında kullanılan araçtır, bilgi ise veri tabanıdır.

Kainat: Beş duyumuz ve teknolojik araçlarla idrak edebildiğimiz tüm varlıkları içeren en büyük evrendir.

Canlı Varlık: Yaşamak ve üremek için enerji tüketimine gereksinim duyan ve kendisine benzer fertler meydana getiren varlık grubuna denir. Kısaca özgün üreyebilen, etrafını etkileyen, etkilenen ve bilgi ile ulaşılan varlıktır.

Canlılar Bilimi : Beşeri , Hayvani ve Araform Bilimlerini içeren bilimdir.

Cansız Varlık:Yaşamak için enerji tüketimine gereksinim duymayan, kendisine benzer fertler meydana getirmeyen objektif varlık grubuna denir.

Cansızlar Bilimi: Tüm cansızları inceleyen bilimdir.

Geçiş Özelliği Gösteren Yarı Canlı Varlık: Örneğin spor, tohum, vb. özel hallerde oluşan veya ontogeni hayat döngüsünün aşamalarına denir. Canlının hayat döngüsünün aşamaları halleridir.

Araform Bilimi: Canlı ve cansız olduğuna henüz karar verilmeyen ya da canlı-cansızlar arasında geçiş gösteren varlıkların kategorize edildiği ve incelendiği bilimdir.

Bilinmeyen: Henüz varlıkların idrakine ve bilincine ulaşmadığı veya idrakinden silinip kaybolmuş/unutulmuş bilgi veya enerji halidir.

Bilinmeyenler Bilimi: Canlı, Cansız ve Araform Biliminin kategorisine girmeyen varlıkların bilimidir.

Kayıp: Varlığı kabul edilen ancak kendisine herhangi bir şekilde ulaşılamayan varlıktır.

Kayıp Olmak: Var olduğu bilinen fakat arandığında bulunamayan-ulaşılamayan varlığın konumudur. Bir varlığın, kişilik ve hal değiştirmeden, diğerinin/lerinin malumatından kaybolması veya kendisini kayıp etmesi/ettirmesidir.

Yok Olmak: Hal değiştirirken (ölürken), hal değiştirmeden önceki hayatıyla bağlantısı kurulamıyorsa; önceki kişilik yok olmuş demektir. Örn: bitkisel hayat.

Gerçek: Değişme miktarı ihmal edilebilecek kadar minimum düzeyde olan veya hiç değişmeyen varlık, olay, süreç, zaman, olgu ve kurallar bütünüdür. Kısaca; en az değişen veya hiç değişmeyen kavramlara gerçek denir. Gerçek yalanın tersidir, karşılığı yalan olmayan her şey gerçektir. Hayatta, değişmez, az değişen ve güdük gerçekler vardır. Örneğin, ölüm sonuç itibarıyla değişmez gerçektir. Kanunlar az değişen gerçektir. Belki de her kanun bir gerçektir, ama her gerçek bir kanun değildir.

Yalan: Karşılığı olmayan gerçektir. Yalan gerçeğin tersidir. Var olmayandır (yoktur). Örnek; Aşkımın yanında kainat kıvılcım bile değildir veya kara delikler kabrim, ak deliklerde meyve vereceğim” Demirkuş 2003. Hayvanlarda yalan var mıdır? Toplumda yalan olmasaydı ne olurdu? Yalanın mubah olduğu uygulama alanları var mı? Sorular yalanın toplumsal döngülerdeki gerekliliğini vurgulamak için önem taşır.

Yokluk:Hiç bir şeyin olmadığı anlamına gelen yokluk kavramının karşılığı koca bir yalandır. Yaklaşık; Yokluk=Yalan !! Yokluk kavramı hiçbir enerji halinin olmadığı boyut/larla örtüşen bir kavram olarak ifade edilmesiyle kavram yanılgısını yaratmaktadır. Bu kavram, kayıp ve bilinmeyen kavramları ile karıştırılmaktadır. Belki de; "**Enerji Yoktan Var Vardan Yok Edilemez**" prensibinin tanımı eksik veya mantıksızdır. Çünkü enerjisiz bir boyut düşünmek mantıksızlık ve saçmalıktır. Doğadaki tüm döngüler bu mantıksızlığın kanıtı olabilir!! "Enerji Kayıptan Var, Vardan Kayıp Edilebilir" demek belki daha doğrudur veya mantıklıdır.

Bu açıdan, bilim ve insan henüz gençtir. Bilim ile bedensel beş duyuya ilave olarak, sanal dünyamız ve duyularımızla idrak edişimiz; eğitim, öğretim ve teknoloji ile pozitif bir şekilde evrimleştirilmedikçe; evrim teorisi ve prensiplerinin bazı bölümlerini gerçeklerle iliklendirmenin ispatı şu an için olanaksız gözükmektedir. Bunun ispatı için bazı zihinsel ve bedensel enerji hallerini açıklamak asırlar alabilir. Bu durum şu an zor, köre ışığı tarif etmek misali. Belki de ışınlamanın gerçekleştiği çağda veya maddeden anti maddeye doğru insanda var olan tüm enerji hallerinin döngüleri deşifre edildiği zaman bunu daha iyi anlamamız sağlanmış olacaktır.

DOĞA BİLİMİ: Canlı, Cansız ve Araform Bilimlerine ait bilgilerin Evrim Bilimi ile tevhit edildiği ve hayat bulduğu bütünleşik pozitif bilimdir.

-Canlı, Cansız ve Araform Bilimlerinin doğal şekillenmesi ve Evrim Biliminin tevhidini geleceğin dirimsel ve uygulamalı bilimi şekillenir. Bu bilim Doğa Bilimidir.

-Tüm pozitif bilimlerin morfogenezisi doğa bilminde hayat bulur.

-Evrin Bilimi doğadaki ve insandaki tüm özgün enerji halleri bilimsel olarak deşifre edilip, doğa ötesi güç-teknoloji, tera bilgisayarlar ve tera teknolojiyi kullanan evrimle gerçek hayat

hikayeleri tevhit edildiği zaman, Doğa Bilimi bilimdeki gerçek konumunda hayat bulmuş olacaktır.

Tüm bilimler arasında tevhit örümceği misali bilgi ve ilişki kuran evrim; her bilim dalı bir çiçek kabul edilirse; evrim bu çiçeklerdeki özgün balı toplayan bal arısı misali topladığı balları “Doğa Bilimi” kovanlarındaki peteklere doluşturarak ona geleceğe yönelik dirimsel hayat veren bilim gibidir (**Grafik 1, Grafik 2**).

EVİRİM BİLİMİ: Tüm zaman süreci içerisindeki dinamik değişimleri ve bilimleri tevhit eden doğa bilimidir. Canlı, Cansız ve Araform bilimlerine ait varlıkların gerçek hayat hikayelerini bilimsel verilere dayalı olarak açıklamaya çalışan bilimdir.

Doğa ve doğa ötesindeki: değişen süreçleri, benzerlikleri, ayrıcalıkları, değişimleri; orijine ve kronolojik sürece göre (filogeni ve ontogeni mantık süreçleriyle) tevhit eden doğa bilimidir.

Diğer bir deyişle evrim bilimi, bilim felsefesinin çatısında; fen ve beşeri bilimlerinin felsefeleri arasında bilimsel-objektif verilere dayalı ilişki ve bağ kurmaya çalışan tevhit edici doğa bilimidir (Grafik 1, Grafik 2). Kısaca evrim tüm bilimsel gerçekleri çoklu(multi) disiplinler ve bilimsel kurallara dayalı olarak filogenik - ontogenik mantıkla tevhit eden doğa bilimidir.

Evrin Bilimi, beş duyuya dayalı verilere ilaveten, bilimsel ve teknolojik gelişmelerle donanım bilgisini zenginleştirecektir. Bu zengin donanımı; insanın uzaya açılmadan önce yer küresindeki ve uzaydaki tüm biyotik ve abiyotik verileri oluşturmaktadır. Geçmiş bugüne ve geleceğe ait bu veriler bilimsel kurallarla filogenik-ontogenik mantıkla tevhit edilerek, günümüzde ve uzay çağında kullanılacak ya da uygulanacaktır.

Evrin Bilimi; temel bilimleri biyotik ve abiyotik döngü-mantık sistemlerini gerçek bilimsel verilerle tevhit eder. Bu gücünden hareketle, beşeri bilimlere doğru objektif ve bilimsel verilerle çimlenerek onları biyotik ve abiyotik döngüler yada mantık sistemleriyle dirilterek tevhit eder ve Doğa Biliminin bedenine bilgi aktarır. Her bilim dalı insanda bir doku olarak kabul edilirse; Evrim Bilimi sanki kan, sinir ve hormon (endokrin) dokuların üçüne intisap eden bilim dalı gibi iş görür. Evrim beşeri bilimlere, beyinde meydana gelen, fiziksel-kimyasal ve biyolojik olaylarla ilgili; zihinsel sanal araçlar arasındaki gerçek bilimsel bilgileri tevhit ederek, biyoloji ile birlikte beşeri bilimlerde Doğa Biliminin bedeninde hayat bulur. İnsandaki enerji halleri deşifre edildikçe evrim biliminin bu konudaki önemi ve gerekliliği anlaşılacaktır.

Evrinin Uygulama Alanları:

Varlıkların kökenini araştırmak neden gereklidir?

Varlıkların kökenini bilmemizin bize ne yararı vardır?

I-Uzayda Evrim Biliminin Uygulamaları: Örneğin bir gezegende bir bölgeyle ilgili klimatolojik, topografik, jeolojik, fiziksel vb. tüm biyotik-abiyotik bilimsel envanterleri almış olalım.

<http://biyoloji.egitim.yyu.edu.tr/mk/mar/ny.htm>

<http://biyoloji.egitim.yyu.edu.tr/mk/mars/ms1.htm>

<http://biyoloji.egitim.yyu.edu.tr/mk/mars1/ms2.htm>

Bu yaşam yerine tüm doğal döngülere uyumlu en uygun hangi canlıları ekeceğiz? Ya da insanların bu ortama nasıl bir yaşam döngüsü kurması gerekir? Kuracaklarının sağlıklı çözümü ve uygulanması, yer küresindeki sağlam edindiği ve uygulanabilir verilere bağlıdır. Bu veriler de evrim bilimi ile tevhit edilerek toplanacaktır. Tevhit edilen veriler; varlıkların filogeni ve ontogeni mantık sistemleriyle, bilgisayar ortamında simüle edilerek sonuçları pratikte test edilir. Yapılan testlerde bilgilerin uygulanabilirlikleri belirlenir. Bu uygulanabilir veriler yer küresinin filogenetik ömrü içerisinde hangi filogenetik paftasıyla örtüşüyorsa, o

zaman dilimindeki fauna ve flora göz önünde bulundurularak ekim yapılır.<http://biyoloji.egitim.yyu.edu.tr/mk/dof/d.htm>

Ünlü bilim adamı Craig Venter 2003 yılı Kasım ayında yaklaşık 5000 baz uzunluğunda bir virüs genomunun yapı taşlarından iki hafta gibi rekor bir sürede sentezlemeyi başarmıştır. Bakteri virüsü 0X174'ün 5386 baz uzunluğundaki genomunun kimyasal olarak sentezlenmesi yalnızca 14 gün sürmüştür. <http://biyoloji.egitim.yyu.edu.tr/mk/vu1/yy1.htm> Bu bilimsel çalışmaların ileride, çeşitli gametleri, zigotları ve mikroorganizmaları canlı yapı taşlarından elde etme aşamasına ulaşacağı kesindir. Hatta evrim biliminde filogeni ve ontogeni mantık-kurallar sisteminin çevre ile ilişkisi doğru deşifre edilirse, hangi ortamda hangi gen sisteminin yaşayabileceğinin çözümü de ortaya çıkmış olacaktır. Basitten hareketle, taksonların gen sistemi ile yaşam yerleri arasındaki ilişki kombinezon olasılıkları hızlı (terakuantum) bilgisayarlarla ilişkilendirmek, hesaplamak zor olmayacaktır. Örneğin 266 bit uzunluğundaki bir code'un şifresinin çözülmesi gerektiğinde, en hızlı dijital süper bilgisayar, şifresini çözmek için 14 milyar yıldan fazlasına ihtiyaç duyuyor. Buna karşılık, bir kuantum bilgisayarı, çözümü birkaç dakika içinde bulabiliyor.

<http://biyoloji.egitim.yyu.edu.tr/mk/hbs/h.htm>

<http://biyoloji.egitim.yyu.edu.tr/mk/dtb/dt.htm>

Bununla beraber insanlar çeşitli canlılara ait dondurulmuş zigot, yumurta ve gamet stoklarıyla da uzaya açılacaktır. <http://biyoloji.egitim.yyu.edu.tr/mk/ky/ky.htm>

Ancak evrimsel bilgilerimize dayalı olarak hangi gametin ya da hangi zigotun hangi çevre koşullarında çimlenebileceği ya da neye, nerede, nasıl, evrimleşebileceğini dijital ortamda simülasyonlar ve gerçek uygulamalarla gösterip, evrimle ilgili verilerimizi doğru toplamak zorundayız. Aksi takdirde çok büyük zaman kaybı söz konusudur.

Bu çalışma alanında zaman kazanmak ve veri almak için, organizmalar arasındaki evrimsel yakınlık spektrumunu doğru tespit etmeliyiz. Bunu gen sistemleriyle ilişkilendirip organizmalar arasındaki filogeni-ontogenin; benzerlik, değişim, geçiş ve nötr gen sistemleri haritalarının çıkarılması gerekecektir. Sonuç olarak eksik te olsa yeryüzündeki canlılara ait filogeni-ontogeni gen haritası çıkarılmış olacaktır.

Bu gen haritalarının bilgilerine dayalı olarak, benzer ve yakın genlerin değişen çevre koşullarına bağlı olarak gösterdiği uyumun değişim süreci; gen aktarma ve yapay yaşam oluşturma teknikleri bize çok zaman kazandıracaktır. Örneğin; kuramsal olarak bir bakteriden bir ortamda başka bir bakterinin evrimleşmesi için 30 yıllık bir sürecin geçmesi gerekmiş olsun. Bugünkü teknoloji ve gen aktarımı yöntemleri geliştirilerek 30 yıl beklememize gerek kalmayacaktır. Evrim Bilimi ile edindiğimiz sağlıklı bilgiler yer küresindeki sanal ve gerçek verilere dayalı olarak, mevcut teknolojiyi kullanarak, karşılaştığımız ortamlarda ne tip gen kombinezonlarını içeren sistemleri-canlıları ekeceğimizi önceden bilmemiz mümkün olacaktır.

Kısaca bakterinin gen kombinezonları ile 30 yıl sonra oluşan bakterinin gen kombinezonları arasındaki farkı teknolojik gelişmelerle, gen aktarımları teknikleri ile ve yapı taşlarından gen üretimi ile bugün üretebilirsek ve uygulayabilirsek o zaman biz uzayda evrimi ışık hızıyla uygulamış olacağız.

<http://biyoloji.egitim.yyu.edu.tr/mk/ggt/ggt.htm>

<http://biyoloji.egitim.yyu.edu.tr/mk/gt/gt.htm>

<http://biyoloji.egitim.yyu.edu.tr/mk/gy/gy.htm>

<http://biyoloji.egitim.yyu.edu.tr/mk/gh/cd.htm>

<http://biyoloji.egitim.yyu.edu.tr/mk/si/k.htm>

<http://biyoloji.egitim.yyu.edu.tr/mk/ntb/n.htm>

II-Hırçın ve Rahatsız Gezegenimizde Evrim Biliminin Uygulamaları: Yer küresinde, çevrenin insan sorunu vardır. İnsandan kaynaklanan, küresel ısınma ve zararlı ışınların

Antartika atmosferinde açılan delik nedeniyle olası iklim ve diğer değişimlerin sonuçlarını önceden kestirmek, bugünkü teknoloji ile mümkün gibi gözüküyor. Bu olasılıkların geri dönüşümsüz olma sonuçları hesaba katılarak önlem almak zorunlu olmuştur. Ortaya çıkabilecek iklim kombinezonlarına pozitif ve verimli tepkiler verebilen yapay biyolojik döngüleri yukarıda (**I-Uzayda Evrim Biliminin Uygulamaları**) bahsedilen kurallar çerçevesinde ne tip taksonlara gereksinim duyulacağı ve hangi yapay canlı (biyotik) döngülerin simülasyonları ve testlerinin yapılmasına, başlanması gerekir. <http://biyoloji.egitim.yyu.edu.tr/mk/dof/d.htm> En azından uzaya açılana kadar doğal afetler bizi yakalamadan biz evrim biliminin kurallarını zamanında taklit ederek onun afatından korunmalıyız.

EVİRİM BİLİMİ ENVANTERLERİNİ TOPLARKEN UYULMASI GEREKEN BAZI TEMEL KURALLAR VE YÖNTEMLER:

1-Biyotik süreç: Yer yüzündeki bütün canlı varlıkların zamana bağlı biyolojik gerçek hayat hikayeleri (filogeni – ontogenileri) ve gelecekleri ile ilgili gerçek bilgi edinmektir.

2-Abiyotik süreç: Zamana bağlı olarak biyolojik gerçeklerin cereyan ettiği mekan ve olayların olduğu habitatlarında fiziksel ve kimyasal bilgi edinmektir.

3-Sosyolojik ve diğer süreçler; Yer yüzündeki bütün sosyolojik ve diğer süreçlerin zamana bağlı gerçek hayat hikayeleri (filogeni – ontogenileri) ve gelecekleri ile ilgili gerçek bilgi edinmektir

4-Biyotik, abiyotik ve sosyolojik süreçlerin (geçmiş ve geleceğe yönelik) bilgisayar ortamında doğru eşleşmesi, simüle edilmesi ve gerekirse bu konuların laboratuvar deneyleri ile test edilmesi gereklidir.

5-Evrimin uygulama alanlarında biyotik, ağabeyotik ve sosyolojik süreçlerinin incelenmesi, envanterlerin toplanması gerekmektedir.

6-Uygulama alanının biyotik süreçlerine olumlu tepki verebilecek olası taksonların biyotik ve abiyotik döngülerinin simülasyonları ve uygulanabilirlikleri, alana uygulanabilecek olası döngüler ve taksonların belirlenmesi gereklidir.

7-Bu uygulamalara geçilmeden önce yer küresindeki birim alanların abiyotik-biyotik süreç - olgu haritaları verilerinin çıkartılması, yeryüzünün mevcut ve gelecekteki abiyotik süreçlerin değişimine bağlı olarak yeni biyotik süreçlerin ve döngülerin başlatılması konusunun en azından dijital ortamda hazırlanması ve doğruluğunun da test edilmesi gerekir. Uygulamaya geçilmeden önce birim alanla uğraşırken yapacağımız değişikliklerin biyosferdeki diğer döngülere tesirini ve etkileşimini pozitif, negatif ve nötr olarak değerlendirmemiz gerekecektir. Örneğin; uzaya açılmadan önce yer küresinin birim koordinatlarındaki topografik, iklimsel ve biyotik envanteri geçmiş ve geleceğe yönelik kaydedilmelidir. Sonra bu habitatta var olan biyotik döngülerin dışında farklı hangi kombinezonların sığdırılabileceğine bakılmalıdır.

8-Yer küresindeki abiyotik ve biyotik döngülerin ve süreçlerin bilgisayar ortamına simüle edilmesi; gelecekle ilgili doğru tahminlerde bulunmamıza yardımcı olacak ve başka gezegenlerdeki biyolojik döngü mayalama aşamalarına yardımcı olacaktır.

<http://biyoloji.egitim.yyu.edu.tr/mk/dof/d.htm>

9-Biyotik-abiyotik süreçler, döngüler ve organizmaların gen sistemleri arasındaki doğal ilişkiler ve kuralların disiplinize ve kategorize edilmesine geçilir. Bu çalışmalara yer küresi ve diğer uzay ortamları için yapılmaya devam edilir. Bu çalışmaların sonuçları gelecek nesillerimiz için çok büyük önem taşır.

EVİRİM DİN VE BİLİM KAOSUNUN KÖKENİ VE ÇÖZÜMÜ

Bütün bilgilerin evrim bilimi ile sentez edilmesi gerekir. Bunun sebebi de evrim biliminin yaşaması veya realitesinin kabul ettirilmesi için sadece evrim teorisi ve prensiplerini ileri

sürmek, hücre teorisini hücre bilimine baraj yapmaya benzer. Evrim Teorisi psikozu (Darwin Sendromu) ülkemize epeyce zaman kayıp ettirmiştir. Bir bilimin yaşaması ve kabul görmesi için sonuçlar ve uygulamalarının gerekliliği yeterlidir. Artık Tüm bilimlerin tevhit edilmesi için evrimin; varlıklar ve doğal döngüler arasındaki değişim aşamalarını; en az değişenler, değişenler (değişimler), varyasyonlar, nötrler, değişmezlerin süreç ve olguları doğal olarak tevhit edilerek bu bilgi hazinesinin doğa biliminin dinamik bedeni ile uzayda hayatın mayalanması veya diğer uygulamalarda kullanılması kesindir. Kısaca fen ve beşeri bilgilerini evrim bilimiyle tevhit etmeliyiz.

Evrim bilimini esas ayakta tutan, tüm beşeri ve pozitif fen bilimlerinin ontogeni ve filogeni döngülerindeki tevhit edici yasalarıdır. Evrim teorisi, evrim bilimi demek değildir. Evrim Bilimi dinamik mantık sistemini ileri süren bir teoridir. Evrimin prensipleri de sanki haklı olarak, orta çağ din kaosundan din biliminin ve yasalarının pozitif bilime etkisini nötralize etmek, bilimsel gelişmelere pozitif yön-hız kazandırmak, insanda pozitif bilinç (materyalist, objektif) ve yöntemleri geliştirmek için ortaya atılmıştır.

Belki de Evrim Bilimini; Evrim Teorisi ve Evrimin Prensipileri ile %100 özdeşleştirip anlatmak için zaman erkendir.Yapılan tartışmalar; bilim dalları arasında tevhit örümceği misali ilişki ağı kuran evrimin geleceğimizin uygulama alanları ve uzay çağı için sağlıklı envanter toplamasına ve gelişmesine engel olmaktadır. Bu tepkiler bir zamanlar Osmanlının 400 yıl matbaayı kabullenişte kayıp ettiklerine neden olanlarla örtüşüyor gibidir.

<http://www.biyolojiegitim.yyu.edu.tr/ders/s2008.htm#40>,

<http://www.biyolojiegitim.yyu.edu.tr/ders/s2007.htm#343ipucu>

Bilim ve din arasındaki en büyük çelişkiler ve çıkmazlar, Batının Ortaçağ döneminde başlamıştır. Ortaçağ dönemindeki din fobisi, materyalizme ve bilimin popülaritesine eklenince sonuçta bütün inanç sistemlerine bu perspektiften bakmak doğal bir sonuç olarak ortaya çıkmıştır. Ülkemiz de bundan nasibini almıştır.

Sonuç olarak, laiklik ve evrim prensipleri ile bilim ve bilim insanları bu kaostan yakasını kısmen kurtarmışlardır. Ancak bu sefer bilim ve bilim insanları siyasetin metriksine malzeme olmaktan kurtulamamıştır.Yada bilim insanları, siyaset ve siyasetçileri bilimin metriksiyle kuşatamamıştır.Belki de siyaset dinle bilimi boğuşturuyor farkında değiliz. Hatta bazı bilim insanları siyaset uğruna dine karşı malzeme olarak yıpratılıyor. Ki bilim insanı ve insan daha genç, dinle uğraşmak bilimi ve insanını yıpratır. Dine teslim olmadan dini anlamaya yada eleştirmeye envanter ve veri açısından daha zamanımız erken. Bekli de en büyük sorunlardan bir budur. Hedefimiz siyaseti bilimin metriksine almak dinlerle örtüşen gerçek veriler kadar diyet yoruma ve tartışmalara girmektir..

Neden evrimin dinle alıp veremediği antagonistik polemiği üzerinde duruluyor ki? Neden dün de dinin matbaa ile alıp veremediği, bugünde evrimle alıp veremediği vardır? Herkes evrim teorisinin ve evrim prensiplerinin her cümlesine katılmak zorunda değildir. Ancak evrim bilimindeki mutlak gerçeklere tenezzül etmeyen fert ve toplumlar bunun acısını çekeceklerdir. Zaten evrim bilimi de sadece evrim teorisinden ve evrim prensiplerinden ibaret değildir. Evrim bilim dalının en önemli özelliği; tüm bilim dalları arasındaki bütünleştirici özelliği ile geleceğimize hizmet vererek; çoklu (multi) disiplinler mantık sistemleri ve yöntemler zinciri ile bilgileri tevhit etmesidir. Bu bilgiler gelecek nesillere hizmet verecektir. Acaba primat mı ademden yoksa adem mi primattan türemiştir'in cevabını ispatına kalkışmanın psikozu ve antagonistik tartışmaları bizi, matbaanın kabul edilmesinin 400 yıllık tartışmalarına

götürür.

<http://www.biyolojiegitim.yyu.edu.tr/ders/s2007.htm#343ipucu>

Evrimin gerçek boyutunu eksiksiz ortaya koymak için, madde ile anti madde arasındaki enerji hallerinin hepsinin varlıklardaki döngülerinin eksiksiz bilimsel bilgilerine sahip olmak gerekir. Bunun için vakit erken. Bu bile bizi evrimin bilinen gerçeklerine dayalı tevhit edici özelliklerinden yararlanmamıza engel olmamalıdır. Tüm enerji hallerine ulaşabilen, doğru

okuyabilen ve tanıyabilen gelişmiş bilim insanlarına ve bu enerji hallerini insanların anlayabileceği, algılayabileceği seviyeye deşifre edebilen teknolojiye gereksinim vardır.

Dünya'dan Başka Bir Yerde Hayat var mı? Varsa Bu Olasılık Oranı % Kaçtır?

Son yıllarda yapılan araştırmalar, özellikle Mars'tan getirilen kayaçlar üzerinde yapılan incelemelerde nano-bakterilere benzer mikro organizmaların varlığı, çoğu bilim insanları tarafından kabul görmüştür. <http://biyoloji.egitim.yyu.edu.tr/mk/nb/nb.htm>

Galapagos adalarındaki, bitkilerin %42'si, kara kuşlarının %75'i, sürüngenlerin %91'i ve memelilerin tümü adalara özgü neo endemiktirler.

<http://biyoloji.egitim.yyu.edu.tr/mk/bek/be.htm>

<http://biyoloji.egitim.yyu.edu.tr/mk/nky/nk.htm>

<http://biyoloji.egitim.yyu.edu.tr/mk/ieo/e.htm>

Relik endemiklerin en yüksek olduğu ada Madagaskar adasıdır. Ontogenik ve filogenetik gelişim mantık sistemleri dikkate alındığında, endemiklerin oluşum nedenleri ve işleyen evrim mekanizmalarının mantık sistemleri bir arada disiplinize edildiği zaman, uzaydaki canlıların yer küresindekilere benzeşim olasılık oranları; ilkel prokaryotlara doğru % 100'e yaklaşırken, insan ve diğer gelişmiş canlıların benzeşim olma olasılığı %0'a doğru yaklaşılır gibi gözükmektedir.

Sanki yer küresindeki bir taksonun uzayda akrabalarının olma olasılığı, Filogenetik bakımdan ortaya çıkışından, yaşadığı gün veya ölümüne kadar; uzun ömürlü, geniş hoş görülme ve geniş yayılım alanlarına meyilli-uyumlu ve baskın gen sistemlerine sahip olmasıyla doğru orantılıdır.

TARTIŞMA VE SONUÇ

İnsan beyni ışık hızından daha hızlı düşünen ve sağlıklı düşünme yeteneklerine sahiptir. İnsan düşünsel yeteneklerini, zihinsel kapasitesini ve zihinsel araçlarını doğru kullanarak doğayı aşılabılır. Zihinsel-bedensel araçlarla, sağlıklı bilgilerle ve doğru tercihlerle teknolojik evrim bilimi ile kendimizi donatıp geleceğimizi hazırlamalıyız. Bu sayede; irademiz ve doğru tercihlerimize dayalı evrimleşme çizgilerini ve doğayla uyumlu yaşama koşullarımızı hazırlamayı ele geçirmiş olacağız. Çünkü insan gelecekteki değişimleri bu şekilde aşamazsa, doğa yasalarıyla işleyen çarklar arasında malzeme, yok olmak veya döngünün bir elemanı olmaktan kendisini kurtaramaz.

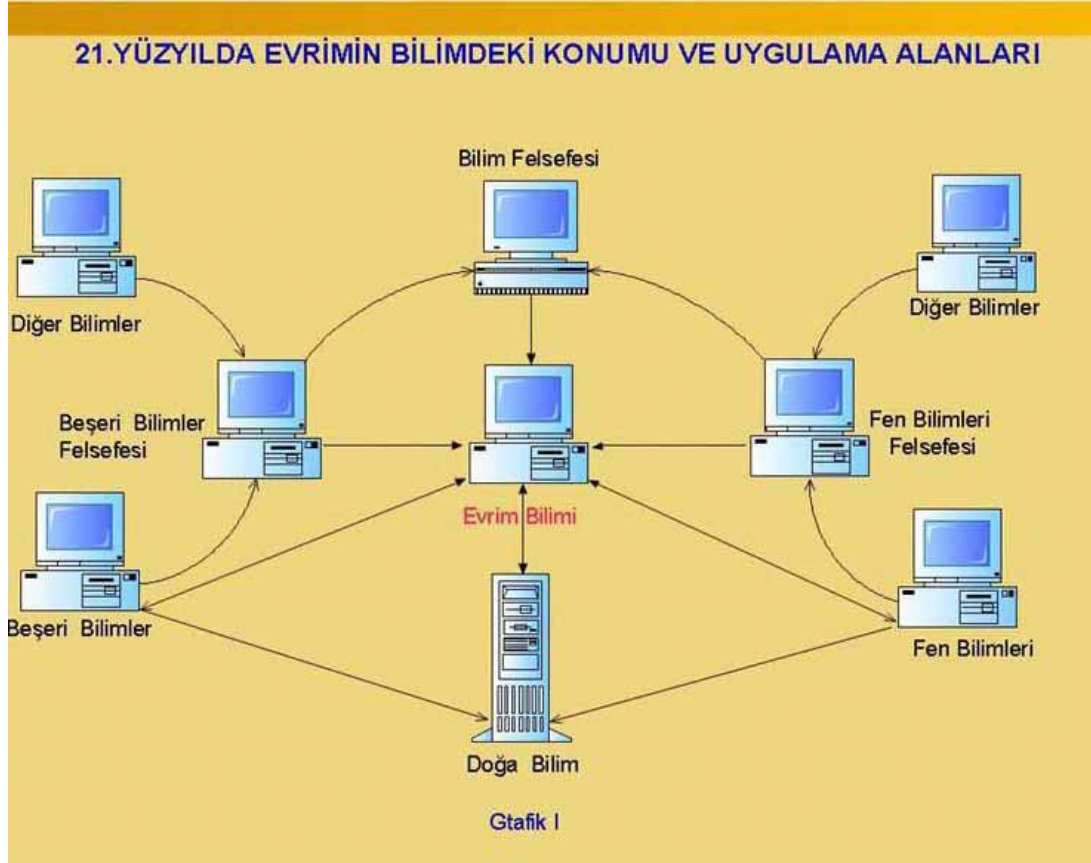
Geleceğin tartışmasız zorunlu bilimi, biyolojinin ve evrim bilimi ile birlikte, diğer tüm bilim dallarını doğal döngülere uyumlu-doğru tevhit etmesi ve verimli-uyumlu canlı-cansız döngülerin yaratılması için, öneminin tüm bilim insanlarınınca desteklenmesi gerekmektedir. Bu zaruretin acısını yakın geçmişimizde yaşadık. Biyolojik döngüler dikkate alınmadan uygulamaya konulan abur cubur patojen teknolojik buluşlar bu günkü çevre sorunlarının baş nedenleridir.

Patojen Teknoloji; İnsanın doğal döngüye ve varlıklara zarar veren teknolojisine denir. Bu nedenle, teknoloji üretilirken veya buluşlar yapılırken, üretilen bir ilacın bedendeki döngüsü niyeti-zihniyetiyle üretilmelidir. Mutlaka doğal döngüdeki uyumu ve katkıları, en ince ayrıntısına kadar açıklanmalı ve uygunsa Doğaya Uyum Patenti verilmelidir.

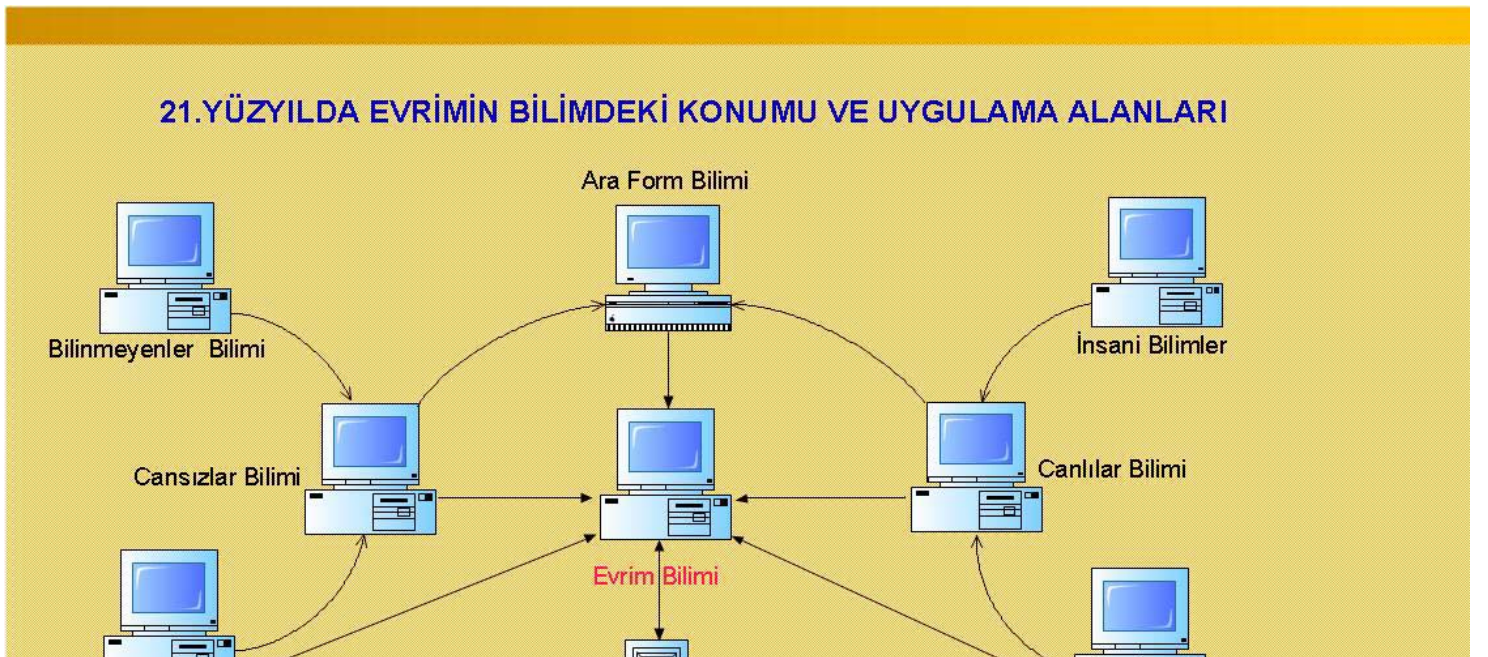
Bugünkü patojen teknolojinin; ana sebeplerinden birisi, en ön saflarda gelişmesi gereken hayat bilimi yani biyoloji biliminin yerine, doğal döngünün öneminden habersiz fizik, kimya vb. doğa bilimlerinin hızlı-çarpık zamanlama ile gelişmesi ve üretilen teknolojinin biyoloji-doğal döngü süzgecine uyumlu patent alınmadığı için çevreye zarar vermesidir.

Aslında, gerçek buluş ve teknoloji ürünlerinin; sanal ve gerçek, biyotik-abiyotik döngülere etkileri mutlaka test edilip, biyolojiden patent alındıktan sonra uygulamaya konulmalıdır. <http://www.biyoloji.egitim.yyu.edu.tr/ders/ftt.htm#patoo>

Belkide 21. Yüzyıl gözde bilimi, biyoloji merkezli evrimle ilişkilendirilmiş tüm temel bilimleri içeren "**Doğa Bilimidir**". **Grafik I ve Grafik II**



Grafik I



Grafik II

İnsanın biyolojik bilincinin teknolojiye hakimiyetinin önemi ve nedeni gerekçeleriyle tüm bilim insanlarınca iyi bilinmelidir. Evrim Biliminin, bilimlerin merkezinde olması ve bilimsel tevhitteki önemi doğru vurgulanmalıdır. Verilen biyoloji derslerine ilave olarak, uzay biyolojisi dersinin evrim dersi ile ilişkilendirilip lisans ve yüksek lisans derslerine konulması gerekir.

Matbaa ve Evrim Biliminin tümünü reddetmek (Evrime ya da Darwin psikozu) cehaletin psikozudur. Matbaa ve evrim cahilleri ile iddialaşp zaman kaybetmektense, bilenin bilmeyenin (cahilin) halinden anlama olgunluğunu göstererek çalışmalarımıza devam etmeliyiz. Bilim ve Din cahillerine yararlı olabileceğimiz davranış, ilişki ve tepki kombinezonları geliştirmeli ya da gerekirse onlardan uzak durmaktır. Aksi taktirde onlarla iddiaya girmek ve uğraşmak, bir denklemde bulunması gereken sabiteleri değiştirmeye kalkışmakla vakit kaybetmeye benzer. <http://www.biyolojiegitim.yyu.edu.tr/ders/s2007.htm#343ipucu>

Dinde de değişmek istemeyeni Allah değiştirmemiş.Tarihteki uygulamalar bunu göstermiştir. Ancak bu sonuç insanlara çok şey kaybettirmiştir.

Belki de evrime çok uzaktan bakışımız ya da evrimi bir kompleks yapı olarak eksik ya da yanlış algılayışımız; bizi evrim bilimi, evrim prensipleri ve evrim teorisi özgünlüklerinin birbirine karıştığı konumlarda kaosa sürüklemektedir. Evrim Bilimi o kadar açık ve berraktır ki küçük benzetmelerle bile izahı mümkündür. Örneğin; bir kitap düşünelim; kitabın tamamı -Türkçe yazılmış olduğu farz edilecek olurs-, 29 harfin ard arda sıralanmasıyla oluşmuştur bu harflerin belli bir sistemle yan yana gelerek bir konuyu açıkladığını düşünelim. DNA daki alt ünitelerin örneğin, bazların dizimi çeşitlilik gösterdikçe tür çeşitliliği de söz konusudur. Ancak bu dizilim belli kurallara göre oluştuğu anlaşılan sonuçlar ortaya çıkar. Kitaptaki kelimeler ve harfler dilin belli kurallarına göre yer değiştirdikçe anlam kazanır.Bu anlamlı kelimeler arasında her zaman mantıklı geçiş formları aramak belki mantıksızlıktır. Fiolgenetik açılım ile ontogenetik döngü arasındaki anlamlı fark beklide budur.

KAYNAKÇA

<http://biyolojiegitim.yyu.edu.tr/mk/nb/nb.htm>

<http://biyolojiegitim.yyu.edu.tr/mk/bek/be.htm>

<http://biyolojiegitim.yyu.edu.tr/mk/nky/nk.htm>

<http://biyoloji.egitim.yyu.edu.tr/mk/ieo/e.htm>
<http://www.biyoloji.egitim.yyu.edu.tr/ders/ev/evr.html>
<http://www.biyoloji.egitim.yyu.edu.tr/ders/ev/evs.htm>
<http://biyoloji.egitim.yyu.edu.tr/mk/mar/ny.htm>
<http://biyoloji.egitim.yyu.edu.tr/mk/mars/ms1.htm>
<http://biyoloji.egitim.yyu.edu.tr/mk/mars1/ms2.htm>
<http://www.biyoloji.egitim.yyu.edu.tr/ders/s2008.htm#40>,
<http://www.biyoloji.egitim.yyu.edu.tr/ders/s2007.htm#343ipucu>
<http://www.biyoloji.egitim.yyu.edu.tr/ders/ftt.htm#patoo>
<http://biyoloji.egitim.yyu.edu.tr/mk/vu1/yy1.htm>

Mavi-Yeşil Alglerin (Cyanobacteria) Evolusyonu ve Stromatolitler

Beyhan TAŞ & Erol TAŞ

ÖZET

Cyanobacteria (Siyanobakteriler), 16S rRNA ve klorofil-*a* içeren, karbondioksit ve atmosferik azotu fiske edebilen, fotosentez yapma kabiliyeti olan, organik karbon ve oksijen üretebilen tek prokaryot organizma grubudur. Mavi-yeşil algler olarak da adlandırılırlar ve çoğunlukla sucul habitatlarda yaşarlar. Siyanobakteriler ekolojik, evrimsel ve ekonomik önemi olan fotosentetik organizmalardır. Azot tespiti ve fotosentezin tam olarak gerçekleşmesi heterosistli siyanobakterilerin evrimiyle başarılmıştır. Siyanobakterilerin evolusyonu sonucunda yerkürede ve ilkin atmosferde değişimler meydana gelmiştir. Prekambriyen devirde ilkin okyanuslarda yaygın olarak bulunan fotosentetik siyanobakteriler, geliştirdikleri fotosentez sonucu dışarı saldıkları oksijen ile ilkin atmosferin yapısını değiştirmiş, karmaşık yapıli organizmaların evrimleşmesi ve karasal hayata geçişi olanakli kılmışlardır. Yeryüzü atmosferindeki oksijenin de en az %50'si siyanobakteriler ve algler tarafından, geri kalanı ise alglerden evrimleşmiş olan kara bitkileri tarafından sağlanmaktadır.

Yerkürede bilinen en yaşli fotosentetik fosiller siyanobakterilere aittir. Bu durum 3,5 milyar yıl yaşındaki stromatolitlerde bulunan mikrofosillerden anlaşılmaktadır. Batı Avustralya sahillerindeki söz konusu kayalar, Dünya'daki mikrobiyolojik yaşamın en eski kanıtını teşkil etmektedir. Stromatolit, fosilleşmiş canlı kalıntılarından oluşmuştur. Prekambriyende oluşmaya başlayan stromatolitler, deniz suyu aracılığıyla taşınan kalsiyum karbonat (kireç taşı) parçacıklarının, mavi-yeşil alglerin oluşturduğu ipliksi yığınlar üzerinde tutunarak oluşturduğu katmanli çökellerdir. Bu yapılar zengin klorofil içeriğine sahiptir. Jeolojik devirler boyunca deniz yüzeyinin hemen altında çeşitli büyüklüklerde küre ya da kubbe şeklinde yapılar meydana getirmişlerdir. Stromatolitlerle yapılan araştırmalarda milyarlarca yıl öncesine ışık tutulmuş, ilkin dönemin iklimi, jeolojisi, canlı çeşitliliği, coğrafyasına ilişkin veriler elde edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Mavi-yeşil alg, Siyanobakteriler, Azot fiksasyonu, Fotosentez, Stromatolit, Evolusyon, Fosil

ABSTRACT: The Evolution of the Blue-Green Algae (Cyanobacteria) and Stromatolites

Cyanobacteria are only organisms group that has 16S rRNA, chlorophyll and capacity of photosynthesis. These living things can produce organic carbon and oxygen and also capture atmospheric N₂ and CO₂. They are called as blue-green algae and mostly inhabit aquatic environments. Cyanbacteria is photosynthetic forms having evolutionary and economic importance. In cyanbacteria, nitrogen fixation and photosynthesis had been accomplished with the evolution heterocystous cyanobacteria. The earth's primary atmosphere and climate has started to change after the evolution of the cyanobacteria. In Precambrian, photosynthetic cyanobacteria have quietly spread in primary oceans and they have developed photosynthetic mechanism. Thus, they have change the body of the primary atmosphere and provided convenient environments in order to evolution of complex organisms and transition to terrestrial life. Also, cyanobacteria and algae produce about 50% of atmospheric oxygen. On the other hand, the remaining oxygen is produced by terrestrial forms via algal evolution.

In earth, the oldest photosynthetic fossils belong to stromatolites. It is understood from microfossils found in stromatolites that are about 3,5 billion years old. They are found in Western Australia Shores and compose the oldest evidences of microbiologic life in the world. They consist of fossilized living residues. Stromatolites that started to comprise in Precambrian age are stratified precipitates and constitute through enduring on the filamentous masses of blue-green algae and calcium carbonate pieces carried by means of marine water. These structures have rich chlorophyll contents. They have consisted of masses resembling globe or sphere in the bottom of certain marine basins during geological ages. In the light of made investigation, stromatolites have contributed to be given a lot of findings about primary climate, living diversity, geology and geography in geological ages.

Keywords: Blue-Green Algae, Cyanobacteria, Nitrogen fixation, Photosynthesis, Stromatolites, Evolution, Fosil

Yrd. Doç. Dr. Beyhan TAŞ, Ordu Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 52750, Perşembe, ORDU

Tel: (+90452)5174441/144, Fax: (+90452)5174368, e-mail: beyhant@omu.edu.tr

Yrd. Doç. Dr. Erol TAŞ, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü, Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı, 55139, Atakum, SAMSUN

Tel: (+90362)4450118/7326, e-mail: eroltas@omu.edu.tr

GİRİŞ

Fosil; jeolojik devirlerde denizel ve karasal ortamlarda yaşamış olan bitki ve hayvanların daha çok kumtaşı, kireçtaşı, çamur taşı ve şeyl gibi tortul kayalar içinde taşlanmış olarak bulunan her çeşit kalıntı ve izleridir. Fosillerin dünya coğrafyası üzerindeki geniş dağılımı, yerküre yüzeyinin jeolojik zamanlar boyunca sürekli değiştiğini kanıtlar. Fosiller, bugün yaşayan birçok canlı grubunu temsil ettiği gibi, soyları tümüyle ortadan kalkmış grupları da tanımamıza yardımcı olan önemli materyallerdir. Paleontolojik bilgiler kullanılarak fosillerin yapısı, içerdiği canlı grupları, ne zaman yaşadıkları gibi bilgiler saptanabilmektedir.

Paleontologlar ve jeologlar kayaların yaşlarını, oluşumlarını ve yapısında barındırdıkları fosilleri incelemek suretiyle dünya tarihini jeolojik devirlere ayırmışlardır. İki büyük devir Prekambriyen (Kambriyen öncesi) [4,6 milyar – 543 milyon yıl] ve Fanerozoik devirdir [543 milyon yıl – Günümüz]. Son zamanlarda kabul gören sistemde, Prekambriyen, Fanerozoik devirle denk Arkeyan [3,8 milyar yıl – 2,5 milyar yıl] ve Proterozoik devire [2,5 milyar yıl – 543 milyon yıl] ayrılır.

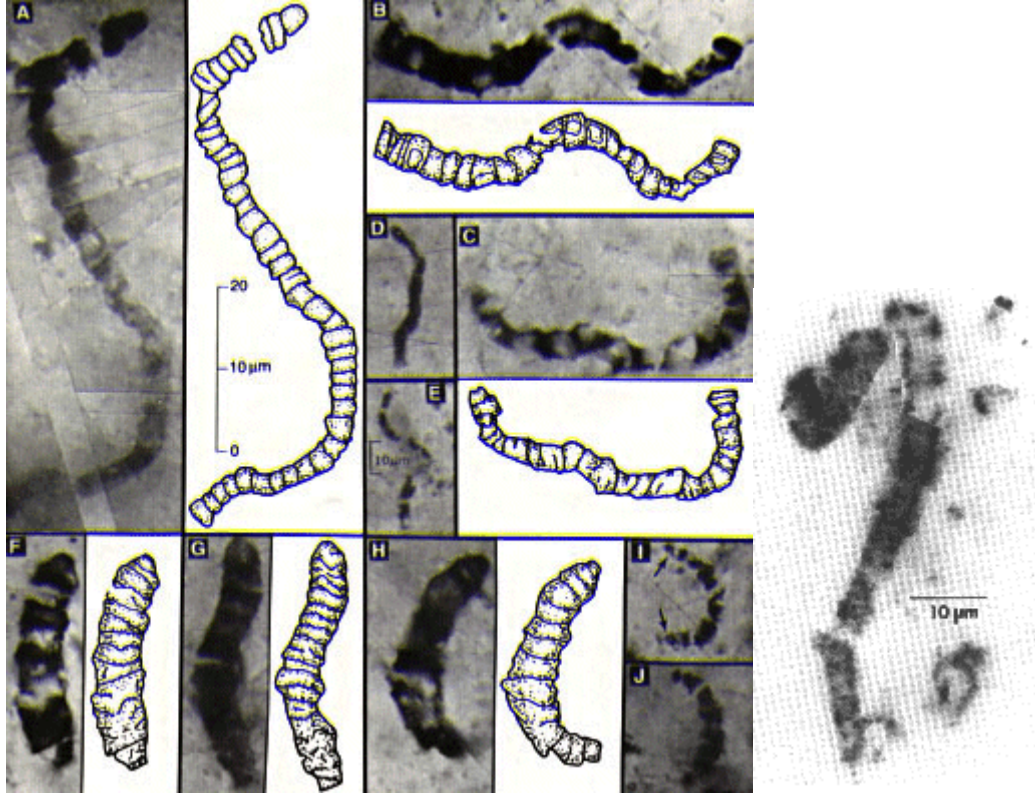
Prekambriyen devir, Dünya'nın oluşumundan Kambriyen dönemine kadar geçen 4 milyar yıllık zaman dilimidir ve yeryüzü tarihinin en eski ve en uzun devridir. Yeryüzü tarihinin 7/8'lik bölümü bu devirde geçer. Dünyanın yüzeyinin soğuyup, katılaşması, kıtasal levhaların, atmosferin ve okyanusların oluşması, yaşamın jeobiyokimyasal süreçler sonucu ortaya çıkması, bakterilerin evrimi, atmosferin oksijence zenginleşmesi, ökaryotların evrimi ve ilk hayvanların ortaya çıkması Prekambriyen devirde gerçekleşir. Arkeyan döneminden önceki [Hadeyan dönemi: 4,6 milyar yıl – 3,8 milyar yıl] kayalar jeolojik olaylar sırasında aşınarak ya da yeniden magmaya karışarak yok olmuştur. Arkeyan döneminde, ilkin okyanuslarda prokaryotik yaşam yaygındır ve fotosentetik bakteriler olan siyanobakteriler (mavi-yeşil algler) ortaya çıkıp, o zamana kadar oksijensiz olan okyanuslara oksijen salmaya başlamıştır. Salınan oksijen, artık serbest halde okyanuslarda ve atmosferde bol miktarda bulunmaya başlayınca, Arkeyan prokaryotik canlılarının büyük bir kısmını yok etmiştir. Oksijenin artması ve canlılarca kullanılmaya başlamasıyla, ilk ökaryotik canlılar, Proterozoik'in sonlarına doğru da ilk çok hücreli canlılar (algler ve ilkin hayvanlar) ortaya çıkmıştır. Arkeyan dönemde ortaya çıkan "stromatolitler" ise Proterozoik dönemde yaygınlaşmıştır (<http://www.biltek.tubitak.gov.tr>).

Mavi-Yeşil Alglerin (Siyanobakteriler) Evolusyonu

Dünya'nın yaşının yaklaşık 4,6 milyar yıl olduğu kabul edilmektedir. Yerküredeki yaşamın da, ilk olarak 3,7 ile 3,85 milyar yıl öncesinde ortaya çıktığı anlaşılmaktadır. Bu dönemdeki bilinen en eski organizmalara ait doğrudan kanıtlar, günümüzden 3,5 milyar yıl önce denizlerde yaşayan, fotosentez yapabilen ve prokaryotik hücre yapısına sahip olan fotosentetik siyanobakteriler yani mavi-yeşil alglerdir (*Cyanobacteria: Cyanophyta*). En eski oksijen üreten, fotosentez yapan organizmalardır; kl *a* ve kl *b* yanında birçok yardımcı fotosentetik pigmentlerle birlikte birincil üretimi gerçekleştirirler. Prekambriyen boyunca sığ sularda olağanüstü miktarda karbonatlı bileşikler sentezlemişlerdir. İlk karasal ototroflardır (Graham ve ark., 2004).

Siyanobakterilere ait en eski fosiller, Batı Avustralya'da 3,5 milyar yıl yaşındaki jeolojik bir tortu olan apeks bazaltında bulunmuştur (Schopf, 1993). Prekambriyen devirde yaşamın ilk şahitleri olan "stromatolitler" halen Avustralya'da mevcuttur. Günümüz mavi-yeşil alglerine çok benzeyen mikrop fosilleri bu yaştaki deniz tortul kayalarından toplanmıştır (Şekil 1). Bu kaya parçacıklarının içerisi ölüdür. Siyanobakterilerin oluşturduğu filamentlerin salgıladığı köpüksü sıvı stromatolitlerin süngerimsi yapısında sürekli hareket eder. Bu mucus sonradan sertleşerek kayaların birbirlerine tutunup dev yığınlar oluşturmalarını sağlar. Bu da

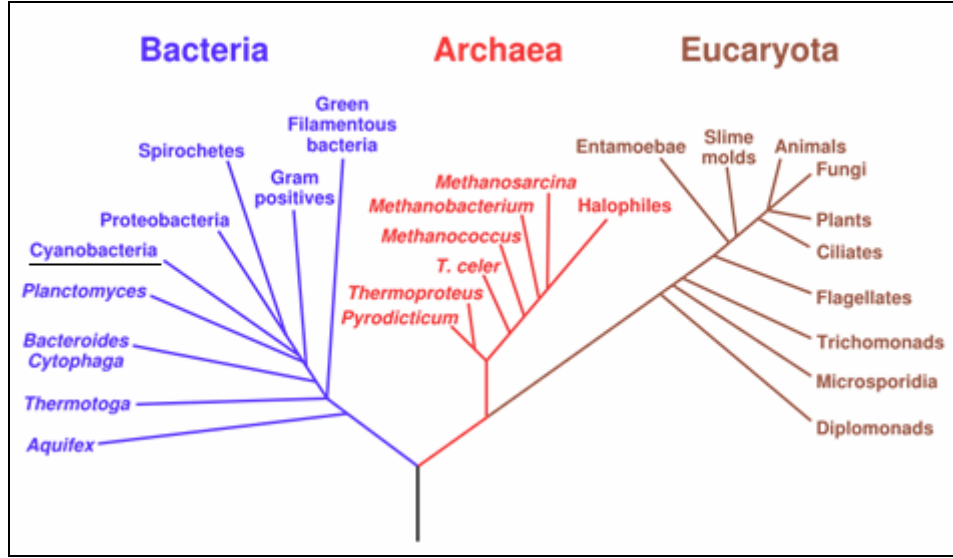
birçok elementin, besin maddesinin paylaşıldığı milyonlarca yılda gelişen mutasyonlar için ortam sağlar. Siyanobakteriler zamanla fotosentezi geliştirmişler ve dışarı verdikleri oksijenle de atmosferi değiştirmeye başlamışlardır (Schopf, 1978; Horodyski ve Knauth, 1994; Monastesky, 1998; Graham ve ark., 2004). Mavi-yeşil alglerin bakteri benzeri canlılar kadar eski olması, hücresel yaşamın ortaya çıkmasından kısa bir süre ortaya çıktığını gösterir (Demirsoy, 1991).



Şekil 1. Filamentli siyanobakterilere benzeyen 3,5 milyar yıl yaşındaki mikrofosiller, Batı Avustralya

Cyanophyta divizyonu, Procaryota'yı oluşturan Archaeobacteria ile birlikte Eubacteria kingdomuna dâhildir (Şekil 2). Prokaryotlar hücrelerinde çekirdekleri, golgi aygıtı, mitokondri, endoplazmik retikulum ve plastitleri olmayan organizmalardır. DNA hücrenin merkezinde serbest olarak uzanır ve nüklear bir zar içinde bulunmaz. Tilakoidler sitoplazmada serbest şekilde bulunurlar (fotosentetik olan prokaryotlarda). Prokaryota Cyanophyta (mavi-yeşil algler ya da Cyanobacteria) ve diğer bakterileri kapsar (Van den Hoek ve ark., 1995).

Siyanobakterilerle ilgili en büyük tartışma bakteriler (Stanier ve ark., 1978) veya ökaryotik algler (Lewin, 1976) gibi sınıflandırılıp sınıflandırılmayacağıdır. Siyanobakteriler alg ve bakteri özelliği gösteren ototrof prokaryot organizmalardır. Botanistler fotosentez yaptıkları için mikroalgler olarak değerlendirirler ve siyanofitler olarak adlandırırlar. Mikrobiyologlar için de bakteridirler. Cyanobacteria (siyanobakteriler, mavi-yeşil algler), 16S rRNA taşımaları ve moleküler biyolojisi nedeniyle bakteri özelliği gösterirler. Sirküler yapıda süper sarmal gene sahip olan en basit organizmalardır. Klorofil *a* içermeleri, fotosentez yapabilme yeteneğine sahip olmaları ve alglere benzer ekolojilerinin olması nedeniyle de alg özelliği gösterirler. Fotosentez kapasitelerinin yanında biyosferdeki diğer önemli işlevleri, atmosferik azotu asimile ederek diğer organizmaların kullanabileceği mineral azota dönüştürebilmeleridir (Ishiura ve ark., 1998; Graham ve ark., 2004, Keeton ve ark., 2004).

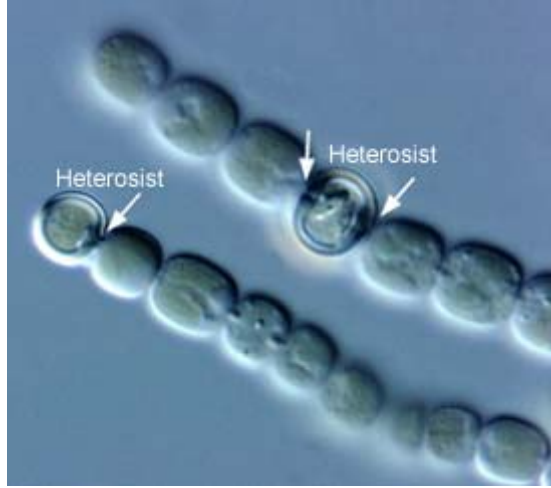


Şekil 2. Bakteri, arkea ve ökaryotlar arasındaki ayrışmayı gösteren, rRNA verilerine dayandırılmış bir filogenetik ağaç

Siyanobakteriler, fotosentez faaliyetleri sırasında, tıpkı bitkiler gibi hem organik karbon hem de oksijen gazı üreten yegâne prokaryot grubudur. Siyanobakteriler fotosentez için gerek duydukları elektronları, alglerin ve bitkilerin yaptığı gibi, su molekülünü parçalayarak elde ederler. Fotosentez sonucunda çıkardıkları oksijen bir gaz olduğu için hücreleri difüzyon yoluyla kolayca terk eder. Siyanobakterilerin atalarında su molekülünden elektron çıkarma yönteminin evrimleşmesi, gezegenimizde evrimine devam etmekte olan yaşam için çok önemli bir adım olmuştur. Su molekülünden elektron çıkarma yolu evrimleşmeseydi, dünyamızda oksijence zengin bir atmosfer olmayacak ve buna bağlı olarak da oksijene dayalı metabolizmaları olan yüksek yapılı canlılar ortaya çıkamayacaktı (Graham ve ark., 2004).

Pek çok siyanobakterilerin en önemli özelliklerinden biri de bunların atmosferik azotu (N_2) fiksede bilmeleridir. Azot fikse eden siyanobakteri türleri genelde filament biçimindedir ve “heterosist” adı verilen az sayıda özelleşmiş hücre ile N_2 fiksasyonu yaparlar. Azot fiksasyonu nitrogenaz adı verilen ve yalnızca anaerobik koşullarda işlev görebilen bir enzimin varlığına bağlıdır. Nitrogenaz, azot gazından amonyum üretimini son derece hızlandıran bir biyolojik katalizördür. Nitrogenazın bilinen biçimleri oksijen tarafından zehirlenir. Bunun nedeni de, nitrogenazın, dünya atmosferinde henüz oksijen yokken ortaya çıkmış olmasıdır. Dünya atmosferi 2 milyar yıldır oksijenlidir. Bu iki milyar yıl içerisinde azot bağlayan bakteriler nitrogenazlarını oksijenden korumak için değişik stratejiler geliştirmişlerdir. Bazı siyanobakteriler bu güçlüğü yenebilmek için, “heterosist” adı verilen özel hücreler üretirler (Şekil 3). Azot bağlanması heterosistler içinde gerçekleşmektedir. Heterosistin hücre duvarı oldukça kalın olduğu için oksijen bu duvardan içeri geçememekte ve nitrogenaz enzimi çalışabilmektedir. Anaerobik koşullara uymak için bu heterosistler aynı zamanda önemli bir uyumla fotosistem II’lerini yitirmişlerdir. Yalnızca fotosistem I’i kullanarak ışıktaki ATP üretebilmektedirler. Tüm diğer canlılar, bağlı azot bakımından prokaryotlara bağımlıdır; çünkü atmosferdeki azot gazını kendileri kullanamazlar (Graham ve ark., 2004; Keton ve ark., 2004). Son araştırmalar, siyanobakterilerin oksijenden korunma mekanizmaları üzerinde yoğunlaşmıştır ve bu mekanizmaların moleküler, filogenetik, fizyolojik, morfolojik ve adaptasyonla ilgili özellikleri araştırılmıştır (Fay, 1992; Bohme, 1998; Adams, 2000).

Siyanobakterilerde azot fiksasyonu, serbest oksijenin %10'dan daha az olduğu zaman en iyi biçimde gerçekleşir. Daha yüksek konsantrasyonlarda oksijen heterosistten sızmakta ve nitrogenazı durdurmaktadır. Serbest oksijen konsantrasyonu %10'un üzerine çıktığında siyanobakterilerde fotosentez de inhibe olmaktadır. Siyanobakteriler belki de Silüriyen öncesi dönemlerde oksijen kıtlığı olan ilkin atmosfer koşullarından gelen canlılar oldukları için düşük oksijen konsantrasyonlarında daha iyi gelişim göstermektedirler. Bu düşüncüyü destekleyen bir başka bulgu da heterosist ve normal olarak nitrogenaz oluşturmeyen türlerde nitrogenazı kodlayan genlerin varlığının saptanmış olmasıdır. Bu türler enzimi sentezleyebilir ve koşullar anaerobik olduğunda N₂ fikse edebilirler (Keeton ve ark., 2004).



Şekil 3. İpliksi bir mavi-yeşil algde heterosistin görünüşü

Siyanobakteriler oksijen güçlüğüne yenmek için sahip oldukları çok geniş ekolojik hoşgörülük ve nişleri sayesinde farklı stratejiler göstermişlerdir. Anaerobik sedimentlerden oksijenle doymuş pelajik sulara kadar farklı ekolojik bölgelerde dağılım göstermişlerdir. Siyanobakterilerin farklı stratejilerinin evolusyonunun, artan oksijen baskısıyla meydana geldiğini varsaymak mantıklıdır (Berman-Frank ve ark., 2003). Bazı paleontolojik kanıtlar heterosisti olmayan siyanobakterilerin 3,5 milyar yıl önce var olduğunu ileri sürmektedirler (Schopf, 1993). Heterosistli formlar için kanıt olarak, 1,5–2 milyar yıl öncesine kadar uzanan dönemde Batı Afrika ve Sibirya'da kuvarslı kayalarda ve Avustralya'da silisli karbonatlı kayalarda akınetli fosiller bulunmuştur (Schopf, 2000). En son filogenetik araştırmalarda filamentli türlerin ayrı dallanmalar yaptığı gözlenmiştir, bu oldukça önemlidir. Çünkü azot tespiti ve fotosentezin tam olarak gerçekleşmesi heterosistli siyanobakterilerin evrimiyle başarılmıştır (Wolk ve ark., 1994).

Fotosentetik bakteriler arasında en önemlileri olan siyanobakteriler iki, üç milyon yıl kadar önce oksijenli atmosferin oluşmasına büyük katkı sağlamışlardır. Yine “Endosimbiyotik Hipotez”e göre siyanobakteriler ökaryotik kloroplastların kökenini oluştururlar. Bitkilerin ve ökaryotların kloroplastları siyanobakterilerden evrimleşmiştir. Hem anaerobik fotosentetik bakteriler, hem de siyanobakterilerin ilk ökaryot hücreden çok önce ortaya çıkmış olması olasılığına karşın, kloroplastlar aynı temel tip klorofil (klorofil *a*) sahip olduklarından ve aynı şekilde devresel olmayan fotofosforilasyonu kullandıklarından, kloroplastların öncüsü olması olasılığı daha yüksektir (Graham ve Wilcox, 2000; Keeton ve ark., 2004). Modern siyanobakteriler, ekstrem ortamlarda bulunabilmeleri, tıbbi olarak faydalı bileşikler üretmeleri, atmosferik azotu bağlama ve toprağı zenginleştirme yetenekleri ile tanınırlar. Siyanobakteriler aşırı çoğalmalar yaptıklarında ve özellikle toksin ürettiklerinde sıkıntılara neden olmaktadır (Graham ve Wilcox, 2000).

Stromatolitlerin Oluşması

Stromatolitler, mikrobiyal aktivitelerle meydana gelen organik çökeltilerdir. Jeolojik devirler boyunca oluşmuşlardır ve biyolojik tarihin önemli izlerini taşırlar (Papineau ve ark., 2005). Prekambriyen'de oluşmaya başlayan stromatolitler var olan en eski siyanobakteri fosilidir. Prekambriyen devirde tortul kayalarda yaygındır ve bu yüzden stromatolitlerin ve mavi-yeşil alglerin çok geniş alanlara yayıldığı düşünülmektedir (Logan ve ark., 1964; Brock, 1973). Siyanobakterilerin oluşturduğu jeolojik yapılar milyarlarca yıl öncesinin iklimi, jeolojisi ve coğrafyasına ilişkin verileri elde etmeyi mümkün kılmıştır ve bizlere ilk canlılar hakkında bilgi vermektedir.

Stromatolitler, deniz suyu aracılığıyla taşınan kalsiyum karbonat parçacıklarının siyanobakterilerin oluşturduğu ipliksi yığınlar üzerinde tutunarak oluşur. Siyanobakterilerin etrafını kuşatan ve yapışkan, akışkan olmayan müsilaj tabaka sayesinde, özellikle kalsiyum karbonat parçacıkları yakalanır ve bu sırada yeni tabakalar gelişmeye devam eder. Bu tabakaların tekrarlanmasıyla da bu yapı büyür. Stromatolitler dünyanın oluşumundan beri prekambriyen tortularda çok bol bulunmaktadır. Her ne kadar bazı eski stromatolitlerin abiyotik olarak oluşabileceğinin kanıtının var olmasına rağmen, siyanobakterileri andıran filamentlilerin biyotik olarak oluşturdukları ileri sürülen Tumbiana stromatolitlerinde görülmüştür. Bu tortulların çok düşük sülfat içeriğine sahip eski göllerde oluştukları ve anaerobik fotosentetik sürecin stromatolitleri oluşturmalarının imkânsız olduğu ileri sürülmektedir. Bu yüzden, Buick (1992) bu yapıların oksijenik fotosentez için ilk kanıtı oluşturduğu sonucuna varmıştır.

Prekambriyen dönemde stromatolitler kubbeli ya da dallı kolonlar oluşturarak derin sular da dâhil kıyıya yakın sığ sularda birçok habitatta oluşmuşlardır. Bu stromatolitlerin bazılarının sahip olduğu tür ve cins isimleri bilinmektedir ve özel jeolojik katmanların göstergeleri olarak kullanılmaktadır. Stromatolit çeşitlerinin sayısı yaklaşık olarak 700–800 milyon yıl öncesine kadar maksimuma ulaşmakta, sonraki dönemlerde aşamalı olarak azalmaktadır. Bazı uzmanlar bu azalışı herbivor gastropodların evolyonu ile ilgili olduğunu ileri sürmektedirler. Modern stromatolitlerin gastropodsuz bölgelerde en iyi gelişmesi bu hipotezi desteklenmektedir. Örneğin, Avustralya'da Shark Körfezinde stromatolitler bol olarak bulunmaktadır ve bunun nedeni gastropodlar için ölümcül olan hipersalin ortama sahip olmasıdır. Siyanobakteriyel stromatolitler ekstrem dönemler de dahil jeolojik devirlerin başından günümüze kadar varlığını devam ettirmiştir (Tucker ve Wright, 1990).

Bilinen en yaşlı stromatolitler yaklaşık 3,5 milyar yıl yaşındadır ve Batı Avustralya'da bulunmuştur (Schopf, 1978; Schopf ve Walter, 1982). Bu aşırı derecede yaşlı kayaçlar orijinal olarak korunmuş mikrofosiller içermektedir. Hücre çeperlerinin oluşturduğu organik madde korunmuştur ve silisli bir matriks içinde gömülüdür. Mikrofosiller günümüz mikroplarına benzemektedir ve hem tek hücreli kokoid organizmaları hem de çok hücreli filamentli formları içermektedir. Bu organizmaların günümüz anaerobik, bazı fototrofik ve diğer heterotrofik bakterileri temsil ettiği düşünülmektedir. Oksijenin olmadığı dünya atmosferi ve okyanuslar için iyi bir kanıt teşkil ederler (Van den Hoek ve ark., 1995).

Geçmişte olduğu gibi, stromatolitler bazı sığ denizlerde günümüzde de halen oluşmaktadır. Bunlardan biri B. Avustralya'da Shark Körfezi'nde Hamelin Gölçüğü stromatolitleridir ve çoğunlukla yaşlı stromatolitlerin benzeri kabul edilmektedir (Papineau ve ark., 2005). Avustralya'nın batı kıyılarında 80 km'den daha fazla bir alanda, çeşitli boyutlarda ve biçimlerde stromatolitler bulunur (Şekil 4–5). Stromatolitler Avustralya ve Bahama sahilleri ile diğer bazı yörelerdeki sıcak ve derin olmayan sahillerde hala oluşmaya devam etmektedir. Avustralya, büyük bölümü Prekambriyen kayaçlardan oluştuğu için, Antarktika dışında en yaşlı kıta olarak da anılır.



Şekil 4. Fosil stromatolitler



Şekil 5. Günümüz stromatolitleri, Hamelin Gölüğü, Shark Körfezi, Batı Avustralya

Mikrobiyal yaygılar (mikrobiyal mat) ve stromatolitlerin O_2 , H_2 ve CH_4 üretimiyle atmosferin yapısını önemli ölçüde değiştirdikleri düşünülmektedir (Hoehler ve ark., 2001). Günümüz ve fosilleşmiş yaygılarda biyolojik izler karşılaştırıldığında, eski komünitelerin mikrobiyal aktiviteleri ve biyojeokimyasal döngüleri anlaşılabilir (Logan ve ark., 1999, Summons ve ark., 1999).

Stromatolitler, mavi-yeşil alglerin milyarlarca yıl boyunca yaşayıp yayıldığını göstermektedir. Avustralya'daki stromatolitlerle ilgili kimyasal bulgular, fotosentezin 2,7 milyar yıl öncesinde var olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, 2,2 milyar yıl öncesine kadar, mavi-yeşil alglerce üretilen oksijen, atmosfere kaçmadan önce okyanusta ve yerküre kabuğunda bulunan demire bağlanmaktaydı. Günümüzde bu olayın kanıtı Grand Kanyon ve diğer yörelerde bulunan çok eski kırmızı bantlı demir formasyonlarında gözlenebilmektedir (Şekil 6). Okyanuslarda ve yerkabuğunda bulunan bu demir, oksijenle doymuş hale geldikten

sonra (demir oksit ya da küf oluşumu), fazla gelen oksijen atmosfere salınmış ve orada birikmiştir (Graham ve ark., 2004).



Şekil 6. Bantlı demir formasyonu

Yaşamın yeryüzünde gelişimini ile ilgili daha sonraki olaylar, atmosferdeki oksijen seviyesinin artışına bağlı olmuştur. Yaklaşık 2,2 milyar yıl önce, oksijen seviyesi, günümüzdeki seviyeye göre %10'a ulaşmıştır. Bu düzey, okyanus yüzeylerini UV radyasyonundan koruyan yeterli miktarda ozonu üretmiştir. İlk ökaryotlara ait olduğu düşünülen fosillerin ortaya çıkışı ile atmosferdeki oksijen oranının artışı arasında doğrusal bir ilişki bulunmaktadır. Daha yüksek düzeyde oksijen, ökaryotların gereksinimi olan oksijenli (aerobik) solunumda, yüksek-enerji metabolizmasını olanaklı kılmıştır. Atmosferdeki oksijen seviyesi 600 milyon yıl önce okyanuslarda çok hücreli yaşam şeklinin ortaya çıkmasıyla, bir kere daha artmıştır. Bitkilerin karalarda yaşamaya başlamasından önce, günümüzden 450 milyon yıl önce gelen dönemlerde, atmosferdeki oksijen seviyesinin bugünkü seviyesine ulaştığı düşünülmektedir (Graham ve ark., 2004).

SONUÇ

4,65 milyar yıl yaşındaki gezegenimizin ilk atmosferinde oksijen (O_2) bulunmadığı pek çok biliminsanı tarafından fikir birliği ile kabul edilmiştir. Jeolojik zamanın gidişatı boyunca, atmosferdeki serbest oksijenin çoğu biyolojik aktiviteden kaynaklanmıştır (fotosentez sayesinde). Böylece atmosferin bileşimindeki değişimler, özellikle de mevcut moleküler oksijen miktarındaki artış, yeni yaşam formlarının ortaya çıkmasını ve çeşitlenmesini mümkün kılan büyük biyolojik değişimleri tetiklemiştir. Bu süreçte en etkili ve en önemli olan ilkel canlı organizmalar, yerkürenin en yaşlı bireyleri olan siyanobakteriler yani mavi-yeşil alglerdir. Bu durum 3,5 milyar yıl yaşındaki mikrofosillerden anlaşılmaktadır.

Batı Avustralya sığıklarını yarı kaya, yarı canlı stromatolitler doldurmaktadır. Küçük tepecikler, oksijen üreten mikroorganizma kolonilerinin deniz suyundan mineral ve çökelleri kapmasıyla meydana gelmiştir. Bir zamanlar yaşamış olan benzerleri, Dünyanın soluyabileceğimiz atmosferinin oluşmasına yardımcı olmuşlardır.

Siyanobakterilerin evrimi sonucunda yerkürede ve ilkin atmosferde değişimler meydana gelmiştir. Gezegenin evrimi süresince siyanobakteriler aynı hücre ya da aynı koloni içerisinde oksijene duyarlı azot fiksasyonu ve oksijenik fotosentezin mekanizmasına uyum göstermek için, denizler ve atmosferin değişen oksidasyon durumları ile birlikte evolüsyon geçirmişlerdir (Berman-Frank ve ark., 2003). Siyanobakterilerde, atmosferik azotun fiksasyonunu katalizleyen nitrogenaz enzimine toksik etki yapan, atmosferik oksijen konsantrasyonunun yeteri kadar yüksek seviyeye ulaşmasından dolayı siyanobakterilerin

hetrosistli türleri evrimleşmiş ve Proterozoik devir boyunca yayılmıştır. Günümüzde yaşayan ve azot fiksasyonu yapabilen heterosistsiz siyanobakteriler ilk oksijenli dönemden kalmışlardır (Hoffmann, 1985; Schopf, 1978, Schopf ve Walter, 1982; Vidal, 1984).

Siyanobakteriler 3,5 milyar yıl önceden beri görünürler. Bu zamandan beri siyanobakteriler (mavi-yeşil algler) fotosentezle oksijen üreterek yeryüzünde yaşamın yayılmasını sağlamışlardır. Onlarsız hayat yeryüzünde olanaklı değildir. Oksijen, hücre solunumu evrimi için çok önemli bir koşuldur. Yeryüzü atmosferindeki oksijenin en az %50'si algler tarafından, geri kalanı ise alglerden evrimleşmiş olan kara bitkileri tarafından sağlanır.

İlkin atmosferde oksijen olmadığından, radyasyondan korunabilmek için 3,8 milyar yıl önce ilk yaşam belirtileri suyun içinde görülmeye başlamıştır. Denizlerinde bol miktarda fotosentetik mikroorganizma, atmosferinde ise bol miktarda karbondioksit bulunuyordu. Bu mikroorganizmalar, güneşten gelen enerjiyi kullanarak, karbondioksiti, basit karbonhidratlara indirgemişlerdir. Bu esnada, güneşten gelen enerji karbonhidratların kimyasal bağlarında depolanmış, tepkime ürünü olarak da oksijen açığa çıkmıştır. Bu oksijen atmosfere geçmiş ve orada yavaş yavaş birikmiştir. Böylece, milyonlarca yıl boyunca, atmosferik karbondioksit oranı azalmış, oksijen miktarı ise artmıştır. Atmosferdeki bu oksijenin bir kısmı ozonu (O₃) oluşturmak için birbirleriyle birleşmişlerdir. Zamanla atmosferdeki ozon ve oksijen seviyeleri artıkça, fotosentetik organizmalar suyun yüzeyine doğru yayılmaya başlamışlardır. En sonunda, günümüzden yaklaşık 600 milyon yıl önce, yerküre atmosferinde yeterli seviyede oksijen ve ozon birikmesiyle, okyanuslardaki karmaşık yapılı çok hücreli canlılar, muazzam bir artış göstermiştir. Yaklaşık 150 milyon yıl sonra (günümüzden 450 milyon yıl önce) daha ileri ve karmaşık yapılı çok hücreli yaşam karalara da geçmiştir. Böylece denilebilir ki, bugün karalar üzerinde yaşayan insanlar ve diğer bütün ileri yapılı canlılar, varlıklarını fotosentez olayına borçludur.

Prekambriyen boyunca evolusyonun meydana gelişi ile ilgili görüşler mantıklıdır ve dünyanın en eski sediment kayalarının içinde korunmuş olan bu inanılmaz çağın mikrofosil örneklerine ve jeolojik arşivlere dayanmaktadır. Mikrofosil kayıtları, günümüz mavi-yeşil alglerin morfolojik çeşitliliğinin Proterozoik devirde, yaklaşık 2 milyar yıl önce evrimleşmiş olduğunu bildirmektedir. Fosil kayıtlar bize herşeyi anlatmaz, ancak mavi-yeşil alglerin içindeki farklı grupların filogenisi, mavi-yeşil algler arasındaki ilişkiler ve yaşayan organizmaların büyük grupları arasındaki bağlantılar hakkında fikir vermektedir. Bu yüzden özellikle nükleotidlerin sekansları gibi tüm organizmaların genlerinde bulunan diğer saklı bilgilere de bakılmalıdır (Van den Hoek ve ark., 1995).

KAYNAKLAR

- Adams, D.G., 2000. Heterocyst formation in cyanobacteria, *Curr. Opin. Microbiol.*, 3, 618–624.
- Berman-Frank, I., Lundgren, P., Falkowski, P., 2003. Nitrogen fixation and photosynthetic oxygen evolution in cyanobacteria, *Research in Microbiology*, 154, 157–164.
- Bohme, H., 1998. Regulation of nitrogen fixation in heterocyst-forming cyanobacteria, *Trends Plant Sci.* 3, 346–351.
- Brock, T.D., 1973. Evolutionary and ecological aspects of the cyanophytes. In: N.G. Carr and B.A. Whitton (Eds) *The biology of the blue-green algae*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 487–500.
- Buick, R., 1992. The antiquity of oxygenic photosynthesis: Evidence from stromatolites in sulphate-deficient Archean lakes. *Science*, 255: 74–77.

- Demirsoy, A., 1991. Kalıtım ve Evrim, Beşinci Baskı, Meteksan Yayınları, Ankara.
- Fay, P., 1992. Oxygen relations of nitrogen fixation in cyanobacteria, *Microbiol. Rev.*, 56, 340–373.
- Graham, L.E., Wilcox, L.W., 2000. *Algae*. Prentice-Hall, Inc.
- Graham, L.E, Graham, J.M., Wilcox, L.W., 2004. Bitki Biyolojisi (Plant Biology), Çeviri Editörü: Işık, K., Palme Yayıncılık, Ankara.
- Hoehler, T.M., Bebout, B.M., Des Marais, D.J., 2001. The role of microbial mats in the production of reduced gases on the early Earth, *Nature*, 412:324–327.
- Hoffman, M.J., 1985. Precambrian carbonaceous megafossils, in *Palaeoalgology*, ed. D.F. Toomey & M.H. Nitecki, 20–23. Springer-Verlag, Berlin.
- Horodyski, R.J., Knauth, L.P., 1994. Life on Land in the Precambrian, *Science*, 263(5146), 494 – 498.
- <http://www.biltek.tubitak.gov.tr>, Jeolojik Devirler.
- Ishiura, M., Katsuna, S., Aoki, S., Iwasaki, H., Andersson, C.r., Tanabe, A., Golden, S.S., Johnson, C.H., Kondo, T., 1998. Expression of agene cluster *kaiABC* as circadian feedback process in cyanobacteria, *Science*, 281:1519-1523.
- Keeton, W.T., Gould, J.,L., Gould, C.G., 2004. Genel Biyoloji (Biological Science) 2, Beşinci baskı, Çeviri Editörleri: Demirsoy, A., Türkan, İ., Gündüz, E., Palme Yayıncılık, Ankara.
- Lewin, R. A., 1976. Prochlorophyta as a proposed new division of algae, *Nature*, 261, 697–698.
- Logan, B.W., Rezak, R., Ginsburg, R. N., 1964. Classification and environmental significance of algal stromatolites, *Journal Geology*, 72: 68-83.
- Logan, G.A., Calver, C.R., Gorjan, P., Summons, R. E., Hayes, J. M., Walter, M. R., 1999. Terminal Proterozoic mid-shelf benthic microbial mats in the Centralian Superbasin and their environmental significance, *Geochim. Cosmochim. Acta*, 63:1345–1358.
- Monastresky, R., 1998. The rise of life on earth, *National Geographic*, 193:58-81.
- Papineau, D., Walker, J. J., Mojzsis, S. J., Pace, N. R. 2005. Composition and structure of microbial communities from stromatolites of Hamelin Pool in Shark Bay, Western Australia, *Applied and Environmental Microbiology*, 71(8), 4822–4832.
- Schopf, J. W., 1978. The evolution of the earliest cells, *Scient. Am.*, 239(3): 84-102.
- Schopf, J.W., Walter, M. R., 1982. Origin and Early Evolution of Cyanobacteria: the Geological Evidence, in *The Biology of Cyanobacteria*, Blackwell Scientific Publications, Chapter 21, 543–564.
- Schopf, J.W., 1993. Microfossils of the early Archean Apex chert: New evidence of the antiquity of life, *Science*, 260, 640–646.
- Schopf, J.W., 2000. The fossil record: Tracing the roots of the cyanobacterial lineage, in: B.A. Whitton, M. Potts (Eds.), *The Ecology of Cyanobacteria*, Kluwer Academic, The Netherlands, 13–35.

- Stanier, R. Y., Sistrom, W. R., Hansen, T. A. ve 9 arkadaşları, 1978. Proposal to place the nomenclature of the cyanobacteria (blue-green algae) under the rules of the International Code of Nomenclature of Bacteria. *Int J Syst Bacteriol.*, 28, 335–336.**
- Summons, R.E., Jahnke, L.L., Hope, J.M., Logan, G.A., 1999. 2-Methylhopanoids as biomarkers for cyanobacterial oxygenic photosynthesis, *Nature*, 400:554–557.**
- Tucker, M.E. ve Wright, V.P. 1990. Carbonate Sedimentology, Blackwell Scientific, Oxford, UK.**
- Van den Hoek, C., Mann, D.G. Jahns, H.M., 1995. Algae, an introduction to phycology, Cambridge University Press. Cambridge.**
- Vidal, G., 1984. The oldest eukaryotic cells, *Scient. Amer.*, 250 (2): 32–41.**
- Wolk, C.P., Ernst, A., Elhai, J., 1994. Heterocyst metabolism and development, in: E.D.E. Bryant (Ed.), *The Molecular Biology of Cyanobacteria*, Kluwer Academic, Dordrecht, pp. 769–823.**

Bilimin Doğasını Anlamak: Evrim Eğitiminde Bir Önkoşul

Serhat İREZ, Mustafa ÇAKIR, Özgür DOĞAN

Marmara Üniversitesi, Atatürk Eğitim Fakültesi, OFMAE Bölümü, Biyoloji Eğitimi ABD

Özet

Bu çalışma evrim eğitiminde bilimin doğası konusunun anlaşılmasının önemini vurgulamaktadır. Bu çerçevede öncelikle bilimin doğası kavramı açıklanmakta ve “bilimsel bilginin statüsü”, “bilimsel yöntem”, “bilimde teoriler ve kanunlar”, “bilimde direk ve dolaylı gözlem” gibi evrim teorisinin anlaşılmasında kritik rol oynayan bilimin temel özellikleri tartışılmaktadır. İkinci bölümde fen bilimleri eğitimi alanında bilimin doğasının anlaşılmasının önemini çeşitli bakış açılarından değerlendirilmekte ve üçüncü bölümde, evrim teorisini anlama ile bilimin doğasını kavrama arasındaki ilişki literatürdeki çalışmalar ışığında ortaya konmaktadır. Son bölümde ise bilimin doğası ve evrim teorisi öğretimi ile ilgili yaklaşımımız tartışılmaktadır.

Giriş

Bilim, çeşitli disiplinler aracılığı ile doğadaki olayların nedenlerinin ve sonuçlarının açıklanması ve dolayısıyla bu olayları kontrol edebilmek için girişilen bir teşebbüstür (Claxton, 1991). Bilimin sunduğu açıklamalar gözlem ve deneylerden elde edilen verilerin insan zekası tarafından değerlendirilmesinin bir sonucudur. Bu nedenle de bilim doğa üstü elementlerden ve yöntemlerden arınmıştır (National Science Teachers Association [NSTA], 2000). Bu özelliği ile bilim doğal dünyayı anlamamızda ve doğadaki olayları açıklamamızda çok etkili bir yol olduğunu kanıtlamıştır.

Bilimde ilerleme doğal olayların nedenleri hakkında daha iyi açıklamaların geliştirilmesi ile olur. Yani bilimde ortaya konulan bir açıklamanın *tam* ve *kesin* olduğundan emin olmak zordur. Ancak pek çok bilimsel açıklama hakkında o kadar çok bilgi toplanmış ve bu açıklamalar o kadar çok testten geçmiştir ki bugün bu açıklamaların güvenilirliği çok yüksektir.

Evrin teorisi de bu açıklamalardan birisidir. Evrim teorisi üzerine uzun yıllar boyunca yoğun araştırmalar yapılmış ve sonuçta bilimde yer alan en seçkin teorilerden birisi haline gelmiştir. Evrim teorisi biyolojinin deneysel gerçeklerini, hayatın tekliği yanında müthiş biyolojik çeşitliliği açıklayan biyolojik bilimler organize eden merkezi bir teoridir. Evrim teorisi ayrıca farklı metotlar kullanan, doğanın farklı kuralları üzerine odaklanan ve farklı zaman aralıklarını çalışan farklı bilim alanlarının elde ettiği bilimsel verileri ilişkilendirmesi açısından çok önemlidir. Paleontoloji, biyocoğrafya, fizyoloji, ekoloji, sistematik, embriyoloji, genetik ve sitoloji çok farklı çalışma alanları olmalarına karşın evrim teorisi hepsini birleştirici bir teori olarak sentezler ve birbirleri ile ilişkilendirir. Hepsinden önemlisi iyi bir teorisin birinci özelliği olan yeni sorulara, çalışma alanlarına yol açması (Kuhn, 1970) ve araştırmalar için güçlü bir kılavuz olması evrim teorisini vazgeçilmez kılan diğer bir özelliğidir. Örneğin Darwin 1859 yılında teorisini yayınladığında çıkan tartışmalar bir çok araştırmacının yürütülmesine ve Mendel’in daha önce hiç dikkate alınmayan kanunlarının tekrar keşfedilmesine neden olmuştur. Diğer bir deyişle Darwin’in doğal seçilime dayalı evrim teorisi bir seri probleme cevap verirken başka birçok seri problem ve sorunun ortaya çıkmasına sebep olarak modern genetik ve diğer araştırma alanlarında atılma yol açmıştır. Ancak evrim bugün halen üzerine en çok çalışılan konulardan birisi durumundadır ve canlıların nasıl evrimleştiği konusunda anlayışımızı güçlendiren pekçok yeni bilgi hergün dağarcığımıza eklenmektedir.

Evrin teorisinin bilim dünyasındaki güçlü pozisyonuna rağmen teorisin bugün toplumda yeterince kabul görmediği açıktır (Dagher & Boujaoude, 2005). Pek çok araştırmacı bu sorunun nedenlerini incelemek üzere okullarda verilen evrim eğitiminin niteliği üzerine çalışmalar yapmıştır. Bazı araştırmacılar öğrencilerin evrim konusundaki bilişsel

öğrenmelerine odaklanırken diğer bir gurup öğrencilerin kişisel görüşlerinin ve dini inançlarının etkisini araştırmıştır. Bu çalışmaların ortaya koyduğu ortak sonuç sadece kavramsal öğrenmeye odaklanmanın evrim teorisinin öğrenilmesi için yeterli olmadığıdır (Dagher & Boujaoude, 2005). Öğrencilerle yapılan çalışmalar öğrencilerin evrim teorisini anlamalarını engelleyen faktörleri (1) kavramsal olarak yaşanan zorluklar, (2) geçerliliğini yitirmiş bilimsel bilginin halen kullanılması (örn. Aristo'nun görüşleri), (3) dinin ortaya koyduğu açıklamalar, ve (4) bilimin doğasını anlamada yetersizlikler olarak ortaya koymuştur (Dagher & Boujaoude, 1997).

Fen bilimleri eğitiminde yapılan pek çok araştırma bireylerin kavramsal anlamada yaşadıkları zorlukların temelinde bilimin doğasını anlamada yetersizliğin yattığını ortaya koymaktadır (Driver, Leach, Millar & Scott, 1996; Tsai, 1998). Bu nedenle öğrencilerin bilimin doğası konusunda sahip oldukları görüşlerin araştırılması ve geliştirilmesi öğrencilerin evrim teorisinin epistemolojik temellerini anlamaları için bir önkoşul olarak ortaya çıkmaktadır.

I. Bilim ve bilimin doğasına bir bakış

Bilimin doğası fen bilimleri eğitimi literatürüne 20. yüzyılın başlarında girmiş (Lederman, 1992) ve o zamandan bu yana pek çok araştırmacı tarafından çeşitli şekillerde tanımlanmıştır. Literatürdeki en ayrıntılı tanımlardan birisi McComas, Clough ve Almozroa (1998) tarafından verilmiştir. McComas ve arkadaşları bilimin doğasını,

... bilim tarihi, bilim felsefesi ve bilim sosyolojisi gibi bilimin sosyal yönünü inceleyen disiplinler ile psikoloji gibi disiplinlerin araştırmalarını birleştirerek, bilimin ne olduğunu, nasıl işlev gösterdiğini, bilim adamlarının oluşturduğu bilim toplumunun nasıl organize olduğunu, toplumun bilimi nasıl etkilediğini ve bilimsel gelişmelerden nasıl etkilendiğini anlamaya çalışan disiplinler arası bir çalışma alanı (s.4, araştırmacıların çevirisi)

olarak tanımlamaktadırlar.

Bilimin nasıl işlev gösterdiği konusunda pek çok önemli bilim tarihçisi ve bilim felsefecisi fikirleri ile (örneğin Feyerabend, 1975; Kuhn, 1970; Popper, 1979) çeşitli akımlar ortaya çıkmıştır ve felsefi alanda tartışmalar halen devam etmektedir (McComas ve ark., 1998). Ancak genel olarak bilimin belli özellikleri hakkında bilim felsefecileri ve bilim tarihçileri arasında kayda değer bir uzlaşma vardır (McComas ve ark., 1998; Smith, Lederman, Bell, McComas & Clough, 1997). Bilimin üzerinde genel olarak uzlaşmaya varılmış bu özellikleri fen bilimleri eğitiminde öğrencilere bilimi tanıtmaya açısından önemli bulunmuş ve pek çok ülkenin fen bilimleri eğitimi programlarında son yıllarda vurgulanmaya başlamıştır (Örneğin; National Science Education Standards, 1996, ABD; Science in the National Curriculum, 1995, İngiltere ve Galler).

Aşağıda, bilimin pek çok özelliğinin yanında evrim teorisinin epistemolojik temellerinin anlaşılması için gerekli olan özelliklerinden bazıları sunulmuştur.

- **Bilimin ampirik özelliği:** Bir bilimsel iddianın geçerliliği o olay ile ilgili yapılan gözlemlerle sağlanır (American Association for the Advancement of Science [AAAS], 1990). Bu gözlemler doğal ortamlarda yada laboratuvar ortamında gerçekleşebilir. *Ayrıca bilimde pek çok olay direk olarak gözlenemez.* Bu yüzden doğal olayları ya kendi duyularımız yardımıyla ya da özelleşmiş bir enstrüman kullanarak yaparız. Dolayısıyla *bilimde dolaylı yoldan elde edilmiş deliller ve bunların yorumlanması çok önemli bir yer tutar.*

- **Bilimsel yöntem:** Bilim adamları tarafından bilimsel araştırmalar sırasında adım adım takip edilen bir prosedürün olduğu en çok rastlanılan kavram yanlışlarından birisidir (AAAS, 1990; Abd-El-Khalick, Lederman, Bell, & Schwartz, 2001; McComas, 1998). Gerçekte *bilimin kompleks yapısıyla uyuşan evrensel bir yöntemden söz etmek imkansızdır* (NSTA, 2000). Feyerabend'in (1975) belirttiği gibi *"bilimin evrensel ve sıkı sıkıya belirlenmiş*

kurallara göre işlev gösterdiği fikri gerçekçi değildir” ve “bilimi adapte olamayan, dogmatik bir hale getirir” (s.295, araştırmacıların çevirisi). Chalmers da (1999) birbirinden farklı birçok bilim dalında birçok değişik yöntem olduğunu belirtir ve bu yöntemlerin her zaman bir değişim içinde olduğunu belirtir.

- **Bilimsel bilginin değişkenliği:** *Bilimin sunduğu bütün bilgiler (teori, kanun vb.) değişime açıktır.* Claxton’a (1991) göre bilimsel bilginin gelişiminde bugün ‘açık ve net bir şekilde’ belli dediğimiz şeyler dün ‘komik’ olarak görülmüş ve yarın ‘yanlış’ olarak anılacaktır. Bilimsel bilgiler, teknoloji ve bilgi düzeyindeki ilerleme nedeniyle yeni bulguların ortaya çıkması ile, eski bulguların yeniden yorumlanması sonucu, sosyo-kültürel değişikliklerin etkisi ile yada paradigma değişimleri sonucu değişebilir (Abd-El-Khalick ve ark., 2001). Bir iddianın arkasındaki bulgu ve deliller o iddiayı destekler ve güvenilir bir hale getirir ancak hiçbir zaman onun tamamen doğru olduğunu ispatlamaz (Abd-El-Khalick ve ark., 2001; Lederman, 1998; McComas, 1998).

Bilimsel teori ve kanunların yapısı ve aralarındaki ilişki: Fen bilgisi öğretmenleri ve öğrencilerde sık rastlanan kavram yanlışlarından birisi de bilimsel teori ve kanunların yapısı ve aralarındaki ilişki ile ilgidir (Abd-El-Khalick ve ark., 2001; Lederman, 1998; McComas, 1998). Buna göre bilimsel teoriler yeterli kanıt ile ispatlanırsa kanun olurlar ve dolayısıyla kanunlar teorilerden daha yüksek bir statüye sahiptirler (Lederman, 1998). Bu tür yanlışlığa sahip bireyler kanunları ‘ispatlanmış’ bilgi olarak gördüklerinden bütün bilimsel bilgilerin değişebilirliğine de inanmazlar (McComas, 1998). *Kanun ve teoriler farklı bilimsel bilgileri temsil ederler ve birbirlerine dönüşmezler* (McComas, 1998; Ryan & Aikenhead, 1992). *Teoriler doğa gerçekleşen olaylar hakkında yapılan açıklamalardır. Bunlar güçlü delillerle desteklenmiş tutarlı açıklamalardır ve kanunlar kadar önemlidirler* (Abd-El-Khalick ve ark., 2001). Bilimsel iddiaların değerlendirmeleri farklı seviyedeki bilgi iddiaları için farklı yaklaşımlar ile yapılır. Örneğin bir gerçeklik iddiasını değerlendirmede genelde gözlem kullanılırken bir hipotezin değerlendirilmesinde deney kullanılır. Teorilerin değerlendirilmesi ise ne kadar iyi açıklama ve ilişkilendirme yaptıklarına göre yapılır. Dolayısı ile teoriler ispatlanmaz veya çürütülmez. Teoriler doğal olarak açık uçludur ve her zaman çözülmesi gerekli olan problemleri vardır. Bu durum bir zaafiyet değil aksine bir güçlülük ifadesidir. Kanunlar ise belli şartlar altında doğada bir olayın nasıl gerçekleştiğini tarif ederler (NSTA, 2000; Ryan & Aikenhead, 1992). Teoriler gibi kanunlar da değişime açıktır.

- **Bilimde tahmin ve teorik kabuller:** *Bilim adamları çoğu zaman direk olarak izlenemeyen olaylarla uğraşırlar ve bu yüzdende dolaylı yoldan elde ettikleri delillerle iddialarını destekleme yoluna giderler.* Bu yüzdende tahmin ve teorik kabuller bilimde çok önemli bir yer tutar. Bunlara en iyi örnekler yer çekimi, atomun yapısı ve evrim teorisidir.

- **Bilimde yaratıcılık ve hayal gücünün yeri:** *Mantığın kullanılması ve delillerin bu çerçevede incelenmesi bilim için gerekli ancak yeterli değildir* (AAAS, 1990). *Bilimsel bilginin üretilmesi kaçınılmaz olarak yaratıcılığı ve hayal gücünü gerektirir.* Bilim adamlarının yaratıcılığı ve hayal gücü bilimsel bir problemin şekillenmesinden araştırmanın dizaynına ve sonuçların yorumlanmasına kadar bütün aşamalar için gereklidir.

II. Bilimin doğası konusunun fen bilimleri eğitimindeki yeri

Fen bilimlerini öğrenmede ve öğretmede bilimi ve bilimin doğası anlamının taşıdığı önemin eğitimciler tarafından kavranması geçtiğimiz yüzyılın başlarına dayanmaktadır. Bu konuda ilk adım Amerika Birleşik Devletleri’nde Fen ve Matematik Öğretmenleri Merkezi Birliği’nin (the Central Association of Science and Mathematics Teachers) 1907 yılındaki toplantısında bilimsel süreçler ve yöntem konularına ağırlık verilmesinin kararlaştırılması ile atılmıştır (Lederman, 1992). O günden bu yana öğrencilerin bilim hakkındaki görüşlerini

geliştirmek ve dolayısıyla toplumda bilimsel okur-yazarlığı yaygınlaştırmak fen bilimleri eğitimcileri tarafından önemli bir hedef haline gelmiştir.

Bugün fen bilimleri alanındaki eğitimin bilimin nasıl çalıştığı, bilginin nasıl üretildiği konularını kapsamlı bir şekilde ele alması gereği pek çok eğitimci tarafından kabul edilmektedir (Lederman, 1992; McComas ve ark., 1998; Munby, 1984). Lederman (1999) bu ortak görüşün arkasında yatan mantığı “bilimi anlamanın öğrencileri bilimin bilinçli tüketicileri haline getireceğini ve onları bilimin konu olduğu tartışmalarda bilinçli kararlar verebilmeleri yönünde güçlendireceği” (s.916) olarak açıklamaktadır.

McComas ve arkadaşları (1998) da konuya benzer bir yaklaşım göstermektedir. McComas ve arkadaşlarına göre son yüzyılda bilimi geliştirmeye yönelik inanılmaz çabaya rağmen toplumda bilim ve bilimin doğası konusunda yeterli bilgiye sahip birey oranı çok düşüktür. Bu bilgi eksikliği özellikle bireylerin bilimsel çalışmaların finansmanında ve bilimle ilgili politikaların belirlenmesinde aktif rol aldığı toplumlarda potansiyel olarak tehlikelidir. McComas ve arkadaşlarına göre bilimle ilgili alınan pekçok mantıksız pozisyonun ve kararın altında bilimin karakterinin yanlış anlaşılması yatmaktadır.

Bu tartışmaların ötesinde, bilimi anlamanın eğitim açısından önemi de pek çok araştırmacı tarafından vurgulanmıştır. Driver ve arkadaşlarına (1996) göre bilimin doğasını anlamak fen bilimleri konularını başarılı bir şekilde öğrenmeyi de desteklemektedir. Driver ve arkadaşları yapılan araştırmaların sonuçlarına bakarak bilimin doğası hakkında bilişüstü bir anlayışa sahip olmanın fen bilimlerinde kavramsal öğrenmeyi destekleyeceğini düşünmektedir. Gerçekte yapılan araştırmalar bu iki alan arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Örneğin Tsai (1998) öğrencilerin öğrenme stilleri ile epistemolojik görüşleri arasında önemli bir bağlantı bulmuştur. Tayvan’da 8. sınıf öğrencileri ile yapılan çalışma yapılandırmacılık ile (constructivizm) uyumlu epistemolojik görüşlere sahip öğrencilerin yapılandırmacılık-oryantasyonlu eğitim aktiviteleri ile öğrenmeyi tercih ettiklerini ortaya koymuştur. Çalışma empirisizm ile uyumlu epistemolojik görüşlere sahip öğrencilerin ise ezber ile öğrenme yaklaşımına daha yakın olduklarını ve bu öğrencilerin öğrenme amaçlarının sınavlarda başarılı olmak olduğunu göstermiştir. Benzer şekilde öğrencilerin kendilerini fen bilimlerinde bir “öğrenci” olarak nasıl gördükleri ile bilimsel bilginin statüsünü nasıl anladıkları arasındaki ilişkiyi inceleyen bir araştırmada Shapiro (1989) öğrencilerin ışık konusundaki öğrenmelerinin gelişiminin bilimi nasıl anladıkları ile bağlantılı olduğunu göstermiştir.

III. Bilimin doğasını anlama ile evrim teorisine yaklaşım arasındaki ilişki

Bir bireyin bilimin doğası hakkındaki görüşleri onun evrim teorisini anlamasında etkili midir? Nickels, Nelson ve Beard’a (1996) göre bu sorunun cevabı “evet” tir. Bu araştırmacılar evrim teorisinin öğretilmesinde ve öğrenilmesinde dört kritik tema olduğunu ileri sürmektedirler.

Bunlardan birincisi, öğretmen ve öğrencilerin bilimsel bilginin kesinliğinden bahsedilememesine rağmen bilimin güvenilir bilgi sunmasındaki becerisini anlamalarıdır. İkincisi bilimin en iyi dogmatiklikten uzak sunulduğunda öğrenilebileceğidir. Üçüncüsü, doğal seçim teorisinin bilimsel düşünme, bilimsel yöntem, bilimsel süreç ve bilimsel bilgi için sunulabilecek en iyi örnek olduğudur. Dördüncü ve son tema insanın evrimi konusunun evrim teorisi için mükemmel bir durum araştırması olmasıdır. Nickels ve arkadaşlarına göre bu dört tema içinde evrim teorisini anlamada en kritik olanı birinci tema, yani bilimin doğasının anlaşılmasıdır. Diğer bir deyişle, öğretmenlerin ve öğrencilerin bilimi ve bilimsel çalışmanın özelliklerini nasıl anladıkları onların evrim teorisine ve evrim teorisini destekleyen çalışmalara ve delillere bakış açılarını etkileyecektir. Bu yargı literatürde öğrenci, öğretmen ve üniversite öğretim elemanları ile yapılan pek çok araştırma tarafından test edilmiştir.

Bu alanda yapılan ilk çalışmalardan birisi Bloom'un (1989) ilköğretim fen bilgisi öğretmen adaylarının bilim, teoriler ve evrim konularındaki düşüncelerini araştırdığı çalışmadır. Çalışmaya 80 öğretmen adayı katılmıştır. Katılımcılara bilim, teoriler ve evrim konularındaki bilgilerini ölçen altı soruluk bir anket ile bilimsel araştırma, fen bilimleri öğretimi ve evrim-yaratılış görüşü hakkındaki deneyimlerini araştıran 21 soruluk bir anket uygulanmıştır. Çalışma katılımcıların bilimsel teoriler konusunda önemli kavram yanlışlarının ve inançlarının bulunduğunu ortaya koymuştur. Bloom, bu yanlışların ve inançların katılımcıların bilimi nasıl algıladıklarını, evrim teorisine yaklaşımlarını ve evrim teorisini nasıl öğretmeyi planladıklarını etkilediğini göstermiştir.

Benzer şekilde Johnson ve Peeples (1987) biyoloji öğrencilerinin bilim hakkındaki görüşleri ile evrim teorisini kabul edip etmeme arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Sonuçlar bilim hakkında yetersiz bilgiye sahip öğrencilerin evrim teorisini bilimsel bir teori olarak görmekte kararsız kaldıklarını göstermiştir. Çalışmada evrim teorisini kabul etme ile bilimin doğasını anlama arasında ise pozitif bir ilişki bulunmuştur.

Dagher ve Boujaoude (2005) tarafından Lübnan'da yapılan bir çalışma üniversite eğitimlerine devam etmekte olan biyoloji bölümü öğrencilerinin (N=15) bilimin doğası konusundaki fikirlerinin onların evrim teorisi hakkındaki düşüncelerini nasıl etkilediğini ayrıntılı bir şekilde ortaya koymuştur. Çalışmaya katılan katılımcıların çoğu (9/15) evrim teorisinde kanıtların yetersizliği üzerinde yoğunlaşmıştır. Katılımcılar bu görüşlerine destek olarak “evrim konusunda birbiri ile tutarsız çok fazla görüşün olmasını” ya da “evrim teorisinin insanın asla tanık olamayacağı, milyonlarca yıllık bir mekanizmayı açıklamaya çalışmasını” göstermiştir. Dagher ve Boujaoude bu yaklaşımın nedeni olarak öğrencilerin (1) teorilerin genel olarak az veriden yola çıkarak oluşturulduğunu, (2) evrim teorisinin doğasına uygun olarak bazı bilim dallarında kullanılan “doğrudan deliller” yerine tarihsel verileri kullandığını ve (3) yaratıcılık ve hayal gücünün bilimsel teorilerin oluşturulmasında önemli bir yere sahip olduğunu anlayamamalarından kaynaklandığını öne sürmüştür.

Çalışmada evrim teorisine olumsuz yaklaştığı tespit edilen öğrencilerin bir bölümü (3/15) buna neden olarak “teorilerin kesin olmamasını” göstermiştir. Örneğin bir öğrenci teoriyi hipotezin onaylanmış hali olarak düşünmüş ve teorilerin onaylandıklarında kanunlar haline dönüştüklerini vurgulamıştır. Diğer bir öğrenci evrim teorisinin teori olarak adlandırıldığını, çünkü ispat edilemediğini, eğer ispat edilebilseydi “evrim kanunu” olarak adlandırmış olacağını öne sürmüştür. Son olarak teoriye olumsuz yaklaşan öğrencilerden biri “birşeyin ancak hakkında hiçbir şüphemizin kalmadığı anda bilimsel olarak nitelendirebileceğimizi, ancak teorinin doğru yada yanlış olabileceğini ve dolayısıyla bilimsel olmadığını” belirtmiştir.

Katılımcıların önemli bir bölümü (5/15) tarafından “deney yapma” bilimin en önemli özelliği olarak gösterilmiş ve bu öğrenciler evrim teorisinin bu konuda yetersiz kaldığı belirtilmiştir.

Bazı öğrenciler ise bilimsel çalışmanın doğrusal ve evrensel bir yöntem kullandığına işaret ederek evrim teorisinin ortaya atılmasında bu yöntemin bazı basamaklarının eksik olduğundan yola çıkarak teoriye olumsuz yaklaşmışlardır. Bu yöntem genellikle öğrenciler tarafından *hipotez-deney-teori* olarak tanımlanmıştır. Bir öğrenci bu “bilimsel yöntem”le kıyaslandığında evrim teorisinin durumunu aşağıdaki gibi açıklamıştır;

Bilimsel yöntem genellikle hipotezle başlar ve deneylerle devam eder, eğer hipotez doğru ise teori olma yoluna gider ancak ben evrim teorisinin bir hipotez olarak başladığı ve deneylerle test edildiği konusunda birşey bilmiyorum. Nerede test edildiğini siz biliyor musunuz? Bütün bildiğimiz, eğer yanlış hatırlamıyorsam, Galapagos adalarındayken pekçok şeyin Darwin'in dikkatini çektiği ve bu fikri ortaya attığı. Bir teori... Bunun önemli birşey olduğu konusunda ya da Darwin'in

konu ile ilgili araştırma yapıp yapmadığı konusunda emin değilim. (Dagher & Boujaoude, 2005, s: 385, araştırmacıların çevirisi)

Diğer taraftan İrez (2004) tarafından fen bilimleri eğitimi alanında çalışan 15 üniversite öğretim elemanı ile yapılan çalışma Dagher ve Boujaoude'nin (2005) lisans öğrencileri ile yaptığı çalışmaya benzer sonuçlar ortaya koymuştur. Çalışmanın sonuçları 15 katılımcıdan evrim teorisine bilimsel bir teori olarak yaklaşarak olumlu görüşler belirten 5 katılımcının bilimin doğası konusunda son derece bilinçli olduğu ortaya çıkmıştır. Bu bulguyla uyumlu olarak çalışmaya katılan 15 katılımcıdan 10'unun evrim teorisine olumsuz yaklaşımlarının altında bu katılımcıların bilimin doğası hakkındaki yanlış ve/veya yetersiz görüşleri olduğu ortaya konulmuştur.

Çalışmada bu 10 katılımcının bilimsel teorilerin yapısı konusundaki kavram yanlışlarının evrim teorisinin geçerliliği konusunda olumsuz düşüncelere sahip olmalarında önemli bir rol oynadığı tespit edilmiştir. Bu katılımcılar bilimsel teorileri henüz ispatlanmamış bilgiler olarak tanımlamış, ancak ispatlanan bilimsel teorilerin geçerlik kazanarak bilimsel kanun konumuna geldiklerini iddia etmişlerdir. Bu kavram yanlışından yola çıkarak bu katılımcılar evrim teorisinin hala "teori" statüsünde kalmasının bu teorisinin henüz ispatlanamadığı ve dolayısıyla bilimsel geçerlilik kazanamadığı şeklinde yorumlayarak teori hakkında olumsuz görüşler sunmuştur.

Evrin teorisi mesela, bana göre hala ispatlanamamış durumdadır ve bu yüzden teori olarak kalmıştır. (TE12, İrez, 2004, s:159, araştırmacıların çevirisi)

Benzer şekilde evrim teorisine olumsuz yaklaşan bu 10 katılımcıdan 9'unun bilimde kullanılan delillerin niteliği ve bilimsel teorilerin oluşturulmasında dolaylı yollardan elde edilen delillerin önemi ile ilgili yetersiz bilgileri olduğu ortaya çıkmıştır. Bu katılımcılar evrim teorisinin geçersizliğine gerekçe olarak teori hakkında doğrudan delillerin bulunmamasını göstermiştir. Bir katılımcının görüşü aşağıdaki gibidir;

Daha önce bilimde kanıtların ve deneylerin öneminden bahsetmiştim, evrim teorisi konusunda deney yapmanın imkanı yoktur. Bu durumda bence evrim teorisini bilimsel bir teori olarak tanımlamak tehlikeli ve yanlıştır. (TE5, İrez, 2004, s:130, araştırmacıların çevirisi)

Çalışmanın sonuçları bazı katılımcıların evrim hakkındaki olumsuz görüşlerinde bilimde tahmin ve teorik kabuller konusunu anlamadaki yetersizliklerinin de rol oynadığını göstermiştir. 3 katılımcı evrim teorisinin yetersizliğine gerekçe olarak teoriyi desteklemek üzere önerilen bazı delillerin tahmin ve çıkarımların ürünü olduğunu göstermiştir.

Daha öncede bahsettiğim gibi evrim teorisi çok uzun zaman önce olmuş şeylerle ilgili. Bu konuda öne sürülen pek çok delile inanmıyorum, fosil kayıtlarına bile. Bilim adamları bir fosil parçasına bakıp tahminlerde buluyorlar, hayvan mı bitki mi diye. Çünkü bilmek imkansız, çok uzun zaman geçmiş. Böyle tarihi gerçek diye ortaya konan şeylere inanmıyorum ben. (TE15, İrez, 2004, s:169, araştırmacıların çevirisi)

Son olarak, çalışma bazı katılımcıların (2) bilimde nesnellik ve hayal gücünün kullanılması hakkındaki yetersiz görüşlerinin de evrim teorisine olumsuz yaklaşımlarına katkıda bulunduğunu ortaya koymuştur.

Eğer elinizde net bir delil olmadan konuşuyorsanız bu bilim değildir. Bazı bilim adamları var, spekülasyonlar yaparak ünlü olmaya çalışıyorlar. Neden bu bilim adamları her zaman dinazorlarla ilgilenirler ki? (TE1, İrez, 2004, s:175, araştırmacıların çevirisi)

Tartışma

Yüzyılı aşkın bir zamandır fen bilimleri eğitiminin en önemli amaçlarından birisinin bireyleri bilim ve bilimsel çalışmanın amacı, özelliği ve sınırlılıkları konusunda

bilinçlendirmek olduğu konusunda bir görüş birliği mevcuttur. Bu alanda yapılan çalışmalar böyle bir bilinçlenmenin toplumdaki bireylerin bilim ile ilgili konularda karar verme mekanizmalarına katılabilmesinin yanında bilimin sunduğu bilginin bireyler tarafından etkin ve doğru bir şekilde öğrenilebilmesi için de gerekli olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bilinçlenme özellikle biyolojinin en temel teorisi olan evrim teorisini öğrenmede ve öğretmede gereklidir. Bu çalışmada da anlatıldığı gibi bireylerin evrim teorisine olumsuz yaklaşımlarını altında yatan en önemli etkenlerden birisi bu bireylerin bilim ve bilimin doğası hakkındaki yetersiz bilgileri ve kavram yanılgılarıdır.

Bu yüzden son zamanlarda evrim eğitimi geliştirmek üzere yapılan çalışmalar bu konunun bilim ve bilimsel çalışmanın doğasını anlatan konularla desteklenmesi gerektiğine işaret etmektedir (Scharmann & Harris, 1992). Ancak bu konuda yetersizliklerin bulunduğu bilinmektedir. Yapılan pek çok araştırma Türkiye’de ve dünyada öğretmenlerin, öğrencilerin hatta bilimadamlarının bilimin doğası konusunda yetersiz fikirlere sahip olduğunu göstermektedir. Bu gurupların arasında öğretmenler en önemli halka olarak ortaya çıkmaktadır. Bir çok araştırmacı bilimin doğası hakkında gerekli bilgi ve donanıma sahip, öğretim süreci içinde bilimin doğasının vurgulanmasının önemini kavramış fen bilimleri öğretmenlerinin toplumda bilimsel okur-yazarlığın yayılmasında oynadığı kritik rolün altını çizmiştir. Bu nedenle de öğretmen yetiştirme programlarının rolü defalarca vurgulanmış ve etkin strateji ve programların hazırlanması yönünde pek çok araştırma yapılmıştır (örneğin Carey & Stauss, 1970; Akindehin, 1988; Akerson, Abd-El-Khalick & Lederman, 2000). Ancak bütün bu çabaya rağmen güncel çalışmalar sorunun halen devam ettiğini ve bilimin doğası eğitiminde daha etkin stratejilere ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir.

Fen okur yazarı bir toplum bireylerinin bilimin doğasının yanısıra evrim teorisinin neleri iddia ettiğini genel anlamda anlamaları gereklidir. Ancak ülkemizde ilk ve orta öğretim yanında üniversite seviyesinde de evrim teorisi olması gerektiği gibi verilmemektedir. Evrim teorisi bir ünite veya bir iki ders saati boyunca diğer konulardan bağımsız aralarındaki ilişki açık olmayan bir kaç mekanizma ve hardy-weinberg formülünün ezberlenmesi ile öğretilecek veya öğrenilecek bir konu değildir. Aynı şekilde bilimin doğası da biyoloji ders kitaplarının ilk konusu olarak diğer konulardan bağımsız olarak ele alınırken, diğer üniteler statik bilgi birikimi olarak sunulmaktadır. Bilimin doğası ile ilgili düşünceler her konunun işlenmesinde tercih edilen bir yaklaşım ile ele alınmalıdır. Benzer şekilde, evrim teorisi de yaşam bilimlerinde bütün konuları anlamlandıran organize edici bir tema ve prensip olarak bütün üniteler boyunca değerlendirilmelidir.

Kaynaklar

- Abd-El-Khalick, F., Lederman, N.G., Bell, R.L., & Schwartz, R.S. (2001). *Views of Nature of Science Questionnaire (VNOS): Toward Valid and Meaningful Assessment of Learners' Conceptions of Nature of Science*. Annual International Conference of the Association for the Education of Teachers in Science (AETS)’da sunulmuş bildiri, Costa Mesa, CA.
- Akerson, V. L., Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N.G. (2000). Influence of a Reflective Explicit Activity-Based Approach on Elementary Teachers' Conceptions of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(4), 295-317.
- Akindehin, F. (1988). Effect of an Instructional Package on Pre-service Science Teachers' Understanding of the Nature of Science and Acquisition of Science-Related Attitudes. *Science Education*, 72(1), 73-82.
- American Association for the Advancement of Science (AAAS). (1990). *Science for All Americans*. New York: Oxford University Press.
- Bloom, J. W. (1989). Preservice Elementary Teachers' Conceptions of Science: Science, Theories and Evolution. *International Journal of Science Education*, 11(4), 401-415.

- Carey, R. L., & Stauss, N.G. (1970). An Analysis of Experienced Science Teachers' Understanding of the Nature of Science. *School Science and Mathematics*, 70, 366-376.
- Chalmers, A. F. (1999). *What Is This Thing Called Science?* (3rd ed.). Buckingham: Open University Press.
- Claxton, G. (1991). *Educating the Inquiring Mind: The Challenge for School Science*. London: Harvester Wheatsheaf.
- Dagher, Z. R., & Boujaoude, S. (1997). Scientific Views and Religious Beliefs of College Students: The Case of Biological Evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, 34, 429-445.
- Dagher, Z. R., & Boujaoude, S. (2005). Students' Perceptions of the Nature of Evolutionary Theory. *Science Education*, 89, 378-391.
- Department of Education. (1995). *Science in the National Curriculum*. London.
- Driver, R., Leach, J., Millar, R., & Scott, P. (1996). *Young People's Images of Science*. Buckingham: Open University Press.
- Feyerabend, P. K. (1975). *Against Method: Outline of an Anarchistic Theory of Knowledge*. London: New Left Books.
- İrez, O.S. (2004). *Turkish Preservice Science Teacher Educators' Beliefs about the Nature of Science and Conceptualisations of Science Education*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Nottingham Üniversitesi, Nottingham.
- Johnson, R. L., & Peeples, E. E. (1987). The Role of Scientific Understanding in College. *American Biology Teacher*, 49, 93-96.
- Kuhn, T. (1970). *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago: University of Chicago Press.
- Lederman, N. G. (1992). Students' and Teachers' Conceptions of the Nature of Science: A Review of the Research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 331-359.
- Lederman, N. G. (1998). The State of Science Education: Subject Matter without Content. *Electronic Journal of Science Education*, 3(2), 1-12.
- Lederman, N. G. (1999). Teachers' Understanding of the Nature of Science and Classroom Practice: Factors That Facilitate or Impede the Relationship. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(8), 916-929.
- McComas, W. F. (1998). The Principal Elements of the Nature of Science: Dispelling the Myths. W. F. McComas (Ed.), *The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies* (s. 53-70). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- McComas, W. F., Clough, M.P., and Almozroa, H. (1998). The Role and Character of the Nature of Science in Science Education. W. F. McComas (Ed.), *The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies* (s. 3-39). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Munby, H. (1984). A Qualitative Approach to the Study of a Teacher's Beliefs. *Journal of Research in Science Teaching*, 21(1), 27-38.
- National Science Teachers Association (NSTA). (2000). *NSTA Position Statement*, <http://www.nsta.org/positionstatement&psid=22> adresinden ulaşılabilir.
- National Research Council. (1996). *National Science Education Standards*. Washington, D.C.: National Academy Press.
- Nickels, M. K., Nelson, C. E., & Beard, J. (1996). Better Biology Teaching by Emphasizing Evolution and the Nature of Science. *American Biology Teacher*, 58, 332-336.
- Popper, K. R. (1979). *Objective Knowledge*. Oxford: Oxford University Press.
- Ryan, A. G., & Aikenhead, G.S. (1992). Students' Preconceptions About the Epistemology of Science. *Science Education*, 76(6), 559-580.

- Scharmann, L. C., & Harris, W. M. (1992). Teaching evolution: Understanding and applying the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 375-388.
- Smith, M. U., Lederman, N.G., Bell, R.L., McComas, W.F., & Clough M.P. (1997). How Great is the Disagreement About the Nature of Science: A Response to Alters. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(10), 1101-1103.
- Tsai, C.-C. (1998). An Analysis of Scientific Epistemological Beliefs and Learning Orientations of Taiwanese Eight Graders. *Science Education*, 82, 473-489.
- Tsai, C.-C. (2002). Nested Epistemologies: Science Teachers' Beliefs of Teaching, Learning and Science. *International Journal of Science Education*, 24(8), 771-783.